

PENERAPAN REKAYASA NILAI PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FIP-UNESA

Nama Mahasiswa : Monica Neny S.
NRP : 3109100097
Jurusan : Teknik Sipil
Dosen Pembimbing : Cahyono Bintang Nurcahyo, ST. MT.

ABSTRAK

Proyek pembangunan gedung FIP-UNESA ini menghabiskan biaya sekitar 10 milyar rupiah dengan luas bangunan 3711 m² dan memiliki tiga lantai dimana pelaksanaan pembangunannya dilakukan dalam empat tahap. Berdasarkan Keputusan Dirjen CiptaKarya No 222/KPTS/CK/1991 tanggal 07 Juli 1991 mengenai pedoman operasional penyelenggaraan pembangunan gedung negara disebutkan bahwa proyek lebih dari 1 milyar perlu diterapkan analisa *value engineering* (rekayasa nilai).

Dengan membandingkan harga per m² pada gedung dengan fungsi sejenis yaitu pada gedung perkuliahan Fakultas Kedokteran Universitas Katolik Widya Mandala pada tahun 2012 yang menghabiskan biaya sekitar 71,1 milyar rupiah dengan luas bangunan 37000 m² maka gedung FIP-UNESA memiliki harga per m² sedikit diatasnya yaitu sekitar 2,6 juta rupiah, jika dibandingkan dengan harga per m² gedung kuliah Fakultas Kedokteran Universitas Katolik Widya Mandala yaitu sekitar 1,9 juta rupiah. Dari hasil perbandingan tersebut proyek pembangunan gedung FIP-UNESA memiliki potensi untuk dilakukan efisiensi biaya.

Dalam tugas akhir ini menerapkan tahapan kerja menurut Dell Isola (1975). Rencana kerja rekayasa nilai ini terbagi dalam empat tahapan yaitu tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisa dan tahap rekomendasi.

Dari hasil penerapan rekayasa nilai pada proyek pembangunan gedung FIP-UNESA, didapat item pekerjaan

berbiaya tinggi yaitu, pekerjaan pasangan bata dan plesteran dari segi biaya konstruksi adalah Rp31.599.542,06 dan penghematan dari segi perhitungan LCC adalah Rp 13.286.050,047 (1,995%). Sedangkan dari pekerjaan atap-penutup penghematan dari segi biaya konstruksi adalah Rp24.013.150,00 (35%) dan penghematan dari segi perhitungan LCC adalah Rp34.696.729,31(37%).

Kata kunci : Gedung FIP-UNESA, Rekayasa Nilai

THE APPLICATION OF VALUE ENGINEERING ON “FIP-UNESA” BUILDING PROJECT

Name : Monica Neny S.
NRP : 3109100097
Department : Civil Engineering
Academic Supervisor : Cahyono Bintang Nurcahyo, ST. MT.

ABSTRACT

The building projects of FIP-UNESA is cost about 10 billion dollars with an area of 3711 m² and has three floors where the implementation of the construction is done in four stages . Based decision Dirjen CiptaKarya No 222/kpts/ck/1991 date 07 July 1991 on the implementation of operational guidelines for the construction of state buildings mentioned that more than 1 billion project needs to be applied to the analysis of value engineering.

By comparing the price per m² for buildings with similar functions , namely the Faculty of Medicine lecture building Widya Mandala Catholic University in 2012 , cost around \$ 71.1 billion dollars with an area of 37000 m² of the building FIP - UNESA have slightly above the price per m² is approximately 2 , 6 million, when compared with the price per m² college building Faculty of Medicine, Catholic University of Widya Mandala which is about 1.9 million dollars . From the comparison of the FIP - building project has the potential to do UNESA cost efficiency .

In this final stage of implementing work according to Dell Isola (1975) . Value engineering work plan is divided into four stages , namely the stage of information , creative phase , phase analysis and recommendation phase .

From the results of the application of value engineering in construction projects FIP-UNESA, obtained high-cost items that

work, masonry and plastering work in terms of construction costs is Rp31.599.542, 06 and savings in terms of LCC calculation is Rp 13286050.047 (1.995%) . While on the roof-cover work in terms of construction cost savings is Rp24.013.150, 00 (35%) and savings in terms of LCC calculation is Rp34.696.729, 31 (37%).

Keywords : FIP - UNESA Building , Value Engineering

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Rencana Anggaran Biaya
- Lampiran 2 Brosur
- Lampiran 3 Cost Model
- Lampiran 4 Gambar Proyek

(“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian

Secara bahasa rekayasa nilai memiliki pengertian yang tidak sama, hal ini dapat dilihat dengan adanya banyak sekali pendapat para ahli yang memberikan penjabaran yang berbeda. Pada Tabel 2.1 di bawah ini dapat dilihat beberapa pendapat para ahli mengenai pengertian dari rekayasa nilai.

Tabel 2.1 Pengertian Rekayasa Nilai menurut para ahli

	Miles (1971)	Chandra (1986)	Delf Isola (1975)
Pengertian Rekayasa Nilai menurut para ahli	Rekayasa nilai adalah suatu pendekatan yang terorganisasi dan kreatif yang bertujuan untuk mengadakan pengidentifikasian biaya yang tidak perlu	Rekayasa nilai adalah suatu usaha yang terorganisir untuk menganalisa suatu permasalahan yang bertujuan untuk mencapai fungsi-fungsi yang dikehendaki dengan biaya total dan hasil akhir yang optimal	<i>Value Engineering</i> adalah suatu pendekatan sistematis untuk memperoleh hasil yang maksimal dari setiap biaya yang dikeluarkan

(Sumber : Iman Soeharto, 2001)

Dari beberapa pendapat para ahli di atas dapat disimpulkan bahwa rekayasa nilai merupakan suatu teknik yang sistematis dan inovatif dalam penghematan biaya yang memusatkan analisis pada masalah nilai terhadap fungsinya, bukan sekedar analisis biaya. Sebagai analisa fungsi, pendekatan yang dilakukan rekayasa nilai adalah dengan membedakan secara jelas perbedaan pengertian antara nilai (*worth*) dan biaya (*cost*), yaitu ukuran nilai ditentukan oleh fungsinya dan cenderung mengarah ke arah subyektifitas sedangkan harga atau biaya ditentukan oleh harga komponen yang membentuk barang tersebut yang mengarah kepada materi untuk mendapatkan barang tersebut.

Penerapan rekayasa nilai sendiri terkadang disalahartikan dalam beberapa hal, rekayasa nilai bukanlah :

1. Peninjauan desain kembali (*A Design Review*)
Yaitu mengoreksi kesalahan dalam perencanaan sebelumnya dan juga bukan peninjauan ulang perhitungan yang telah dilakukan oleh pihak perencanaan.
2. Pemotongan biaya (*A Cost Cutting Process*)
Yaitu proses penghematan biaya dengan mengurangi biaya satuan (*Unit Price*), maupun mengorbankan mutu, keandalan dan penampilan produk yang dihasilkan.
3. Persyaratan yang harus dilakukan pada setiap desain (*A Requirement Done All Design*)
Rekayasa nilai bukan merupakan keharusan tiap perencanaan untuk melakukannya karena rekayasa nilai bukan salah satu bagian dalam tahap peninjauan kembali (*review*) dari perencanaan. Rekayasa nilai merupakan suatu analisa nilai terhadap fungsinya, bukan sekedar analisis biaya

2.2 Konsep Dasar Rekayasa Nilai

Di dalam pelaksanaan rekayasa nilai ada beberapa unsur-unsur penting yang sangat mempengaruhi keberhasilan rekayasa nilai itu sendiri. Unsur-unsur penting tersebut dikenal sebagai *Key of Value* (Zimmerman dan Hart, 1982), unsur-unsur tersebut antara lain :

1. Analisa Fungsi (*Function Analysis*)

Analisa fungsi digunakan untuk membantu mengidentifikasi suatu item permasalahan yang ditinjau dengan segala mendasarkan setiap obyek pada fungsi atau kegunaan obyek tersebut terhadap keseluruhan item yang ditinjau.

2. Model Pembiayaan (*Cost Model*)
Model pembiayaan ini digunakan sebagai alat untuk mengatur dan membagikan perhitungan biaya kedalam bidang fungsinya sehingga dapat dengan mudah didefinisikan dan diukur.
3. Biaya Siklus Hidup (*The Life Cycle Costing*)
Biaya Siklus Hidup merupakan cara untuk memberikan perkiraan anggaran dari setiap pemecahan yang diberikan.
4. Teknik Sistem Analisa Fungsi (*Function Analysis System Technique*)
FAST adalah cara yang sistematis untuk mendapatkan sebuah metode yang teratur dari proses pekerjaan yang kompleks. Dengan demikian setiap permasalahan yang timbul dapat dengan mudah dicarikan penyebabnya untuk selanjutnya dapat segera dicarikan jalan penyelesaiannya.
5. Rencana Kerja Rekayasa Nilai (*Value Engineering Job Plan*)
Pengaturan dan pendekatan yang sistematis adalah kunci utama Rekayasa Nilai yang berhasil. Oleh karena itu, studi ini harus dikerjakan dengan rencana kerja yang matang dan efektif.
6. Berpikir Kreatif (*Creative Thinking*)
Dalam mengadakan analisa dibutuhkan suatu bentuk pemecahan permasalahan yang bersumber dari pola pikir yang kreatif karena pemikiran yang kreatif maka permasalahan yang muncul dan sulit dapat dicarikan pemecahannya.
7. Biaya dan Harga (*Cost and Worth*)
Dalam rekayasa nilai, dua variable ini dibedakan dengan jelas. Hal ini bertujuan untuk mempermudah analisa yang akan dilakukan.
8. Kebiasaan Dan Sikap (*Human Dynamic*)

Pada suatu proses pekerjaan, seringkali faktor kebiasaan dan sikap seseorang dalam hal menangani permasalahan mempunyai peranan yang besar dalam proses pengambilan keputusan.

9. Kekeragaman hubungan antara pemberi tugas, konsultan perencana dan konsultan VE (*value engineering*)

Hubungan dan komunikasi yang baik antara tim Rekayasa Nilai dengan seluruh unsur yang terlibat dalam suatu proyek adalah syarat mutlak tercapainya tujuan. Karena hal tersebut dapat memberikan kontribusi yang besar terhadap keberhasilan suatu proyek.

Dari beberapa unsur-unsur penting di atas dan berdasarkan banyak studi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa secepat apapun tim perencana tersebut pasti perencanaan proyek tersebut memiliki potensi biaya yang tidak diperlukan (Zimmerman dan Hart, 1982). Adapun beberapa faktor yang menyebabkan munculnya biaya yang tidak diperlukan yaitu kekurangan waktu (*Lack of Time*), kekurangan informasi (*Lack of Information*), kekurangan ide (*Lack of Idea*), kekurangan biaya (*Lack of Fee*), kesalahpahaman, keadaan sementara yang menjadi permanen, kebiasaan, sikap dan politik.

2.3 Rencana Kerja Rekayasa Nilai

Proses pelaksanaan rekayasa nilai mengikuti suatu metodologi berupa langkah yang tersusun secara sistematis yang dikenal dengan rencana kerja rekayasa nilai. Rencana kerja juga menjadi penentu kunci keberhasilan dari studi rekayasa nilai. Melalui pendekatan rencana kerja rekayasa nilai inilah seluruh tahapan dalam penerapan rekayasa nilai dilakukan, mulai dari melakukan identifikasi item kerja dari keseluruhan proyek, menemukan item kerja dengan potensi biaya yang tidak diperlukan, hingga mencari alternatif-alternatif baru secara kreatif untuk menampilkan fungsi yang sama seperti desain sebelumnya. Berikut beberapa standar pelaksanaan rekayasa nilai menurut beberapa ahli:

1. Menurut *Departement of Defense-Amerika Serikat* (1963) dengan rencana kerja lima tahapan yang terdiri dari : informasi, kreatif, analisis, pengembangan, penyajian dan tindak lanjut
2. Menurut Miles (1971) dengan rencana kerja enam tahapan yang terdiri dari informasi, kreatif, analisis, perencanaan, eksekusi, penyajian
3. Menurut Zimmerman dan Hart (1982) dengan rencana kerja lima tahapan yang terdiri dari informasi, kreatif, keputusan, pengembangan, penyajian
4. Menurut Dell Isola (1975) dengan rencana kerja empat tahapan yang terdiri dari tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisa dan tahap rekomendasi.

Dari beberapa istilah mengenai tahapan-tahapan rencana kerja rekayasa nilai yang telah disebutkan di atas, maka dalam tugas akhir ini menerapkan tahapan kerja menurut Dell Isola (1975) yang membagi rencana kerja rekayasa nilai dalam empat tahapan yaitu tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisa dan tahap rekomendasi.

2.3.1 Tahap informasi (Information Phase)

Makna dari informasi adalah untuk memperoleh sebanyak mungkin informasi dan pengetahuan desain proyek pada saat pengumpulan informasi. Tahap informasi sendiri merupakan tahap awal dalam rencana kerja rekayasa nilai yang bertujuan untuk mengumpulkan data mengenai item-item yang sedang ditinjau, menentukan fungsi item itu, dan mengevaluasi fungsi dasarnya.

Informasi berupa data-data proyek secara umum serta data-data item pekerjaan sangat diperlukan dalam tahap informasi ini. Dalam tahap ini yang perlu dilakukan adalah melakukan analisa pekerjaan yang mempunyai biaya tinggi. Dalam mengidentifikasi pekerjaan yang berindikasi biaya tinggi terdapat beberapa teknik yang digunakan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Cost model

Cost model merupakan metode yang digunakan untuk mengorganisasi dan mendistribusikan biaya kedalam fungsional sehingga dapat dengan mudah didefinisikan dan dihitung secara mudah. Pendistribusian tersebut ditulis dalam sebuah bagan dari atas ke bawah, bagian paling atas merupakan total biaya proyek kemudian ke bawah merupakan biaya sistem/elemen pekerjaan, ke bawah lagi merupakan biaya subsistem/item pekerjaan dari tiap elemen pekerjaan.

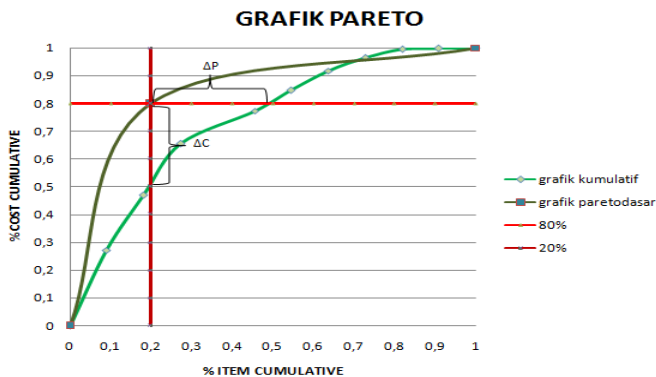
2. Breakdown Analysis

Dalam melakukan teknik ini sistem dan subsistem diranking di dalam Tabel 2.2 menurut biaya persatuan dari yang tertinggi sampai yang terendah, membaginya kedalam area fungsional dan menganalisanya melalui Grafik Distribusi Pareto (Gambar 2.1),

Tabel 2.2 Tabel Breakdown Cost Model

No	Item Pekerjaan	Biaya (Rp)	% Biaya	% Biaya Kumulatif	% Item Kumulatif

(Sumber : Zimmerman dan Hart, 1982)



Gambar 2.1 Grafik Distribusi Pareto

Dari buku ajar Rekayasa Nilai menurut Christiono Utomo (2006) mengenai Analisa Pareto dinyatakan bahwa 80% hasil datang terjadi pada 20% aktifitas atau usaha. Analisa yang dilakukan adalah untuk menentukan item-item berbiaya tinggi yaitu dengan membuat grafik pareto berdasarkan tabel breakdown cost model dan dengan batas biaya tinggi sebagai berikut :

$$\Delta C < \Delta P \rightarrow 20\% + \Delta C = \dots \text{ item pekerjaan}$$

$$\Delta C > \Delta P \rightarrow 20\% + \Delta P = \dots \text{ item pekerjaan}$$

Langkah final pada tahap informasi adalah menentukan rasio cost/worth yaitu dengan menggunakan tabel analisa fungsi (Tabel 2.3). Rasio cost/worth mengindikasikan efisiensi dari suatu desain atau item dari sini juga dapat diketahui biaya-biaya tinggi atau pun biaya-biaya yang tidak diperlukan.

Tabel 2.3 Tabel Analisa Fungsi

Tahap Informasi Analisa Fungsi						
Item :						
Fungsi :						
No	Uraian	Fungsi		Jenis	Cost	Worth
		KK	KB			
Total						
Cost / Worth						

(Sumber : Zimmerman dan Hart, 1982)

2.3.2 Tahap Kreatif (*Creative Phase*)

Dalam tahap kreatif dikembangkan sejumlah metode alternatif demi tercapainya fungsi dasar. Pertanyaan yang harus dijawab pada tahap ini adalah hal-hal alternatif apa sajakah yang dapat dilakukan untuk menampilkan fungsi aktifitas pekerjaan. Oleh karena itu, pemahaman permasalahan sangatlah diperlukan untuk memecahkan masalah. Pemikiran ataupun ide-ide kreatif

digunakan untuk memunculkan alternatif pemecahan dengan biaya yang lebih murah dan hasil pengumpulan ide-ide ini diisikan dalam Tabel 2.4. Teknik yang sering dipakai dalam rekayasa nilai adalah *Brainstorming* dimana teknik yang dilakukan melalui proses diskusi dari beberapa orang. Pada saat diskusi masing-masing orang diharapkan menghasilkan ide kreatif atau gagasan sebanyak mungkin. Prinsip dasarnya adalah kuantitas ide adalah penting tidak peduli kualitas idenya dimana partisipasi kelompok diarahkan untuk memperkaya idenya namun tidak diijinkan untuk mengkritik ide tersebut.

Tabel 2.4 Tabel Pengumpulan Alternatif

Tahap Kreatif Pengumpulan Alternatif	
Item :	
Fungsi :	
No.	Alternatif

(Sumber : Zimmerman dan Hart, 1982)

2.3.3 Tahap Analisa

Tahapan ini juga disebut tahap evaluasi dan penyelidikan sehingga dimulailah proses menganalisa alternatif yang bertujuan untuk mendapatkan alternatif yang akan memberikan kemampuan yang paling besar untuk penghematan biaya.

2.3.3.1 Analisa Keuntungan dan Kerugian

Pada analisa keuntungan dan kerugian, ide-ide didapatkan pada tahap kreatif dicatat keuntungan dan kerugiannya. Penulisan analisa ini bisa dilakukan dengan beberapa cara antara lain dengan bertanya langsung pada kontraktor, konsultan atau pada orang yang telah berpengalaman, kuisisioner, internet dan buku atau brosur material. Hasil dari analisa disajikan dalam bentuk Tabel 2.5 .

Tabel 2.5 Tabel Analisa Keuntungan dan Kerugian

Tahap Analisa Analisa Keuntungan dan Kerugian			
Item :			
Fungsi :			
No.	Alternatif	Keuntungan	Kerugian

(Sumber : Zimmerman dan Hart, 1982)

2.3.3.2 *Life Cycle Cost*

Adanya perubahan yang dinamis yang terjadi pada biaya kepemilikan, pengoperasian dan pemeliharaan merupakan salah satu beban utama yang kompleks bagi perencana atau pemilik. *Life Cycle Cost* yang dapat dipergunakan untuk semua fasilitas sangat diperlukan untuk memastikan biaya sesungguhnya yang diperlukan. Menurut *John Kelly and Steven Male* (1993), *Life Cycle Cost* merupakan teknik untuk mengevaluasi secara ekonomis dengan menghitung seluruh biaya yang relevan selama jangka waktu investasi. Biaya daur hidup biasa dipakai sebagai alat bantu dalam analisa ekonomi untuk mencari alternatif-alternatif berbagai kemungkinan dalam pengambilan keputusan dan menggambarkan nilai sekarang serta nilai yang akan datang memperhatikan faktor ekonomi dan moneter yang saling berkaitan satu sama lainnya sehingga disini dapat diketahui berapa besar penghematan akibat dari perubahan item yang telah dilakukan rekayasa nilai. Analisa *Life Cycle Cost* dapat dilihat pada Tabel 2.6. Adapun biaya-biaya dari *Life Cycle Cost* antara lain :

- a. *Initial Cost*(biaya awal) adalah biaya pembuatan suatu bangunan sebelum bangunan tersebut didirikan, seperti biaya desain, biaya konstruksi, dll.
- b. *Replacement Cost*(biaya penggantian) adalah biaya penggantian material atau bahan dari suatu bangunan karena

habis umur masa desainnya, seperti biaya penggantian plafond yang telah rusak akibat air hujan.

- c. *Salvage Cost* (biaya sisa) adalah biaya sisa material atau bahan dari suatu bangunan karena habis umur masa desainnya, seperti biaya hasil jual cor dinding beton yang telah dibongkar.
- d. *Operational Cost* (biaya operasional) adalah biaya operasional selama masa umur bangunan, seperti biaya penggunaan AC, biaya air, biaya listrik, dll.
- e. *Maintanance Cost* (biaya perawatan) adalah biaya perawatan bahan atau material dari suatu bangunan setiap kurun waktu tertentu sampai batas akhir umur bangunan, seperti biaya cat ulang dinding.

Tabel 2.6 Tabel Analisa Biaya Daur Hidup Proyek

Tahap Analisa Analisa Biaya Daur Hidup Proyek				
Item :			Bunga : Inflasi :	
	Present Value	Desain Awal	Alternatif 1	Alternatif 2
Initial Cost				
Replacement Cost				
Salvage Cost				
Operational Cost				
Maintanance Cost				
Total Cost				
Besarnya Penghematan				

(Sumber : Zimmerman dan Hart, 1982)

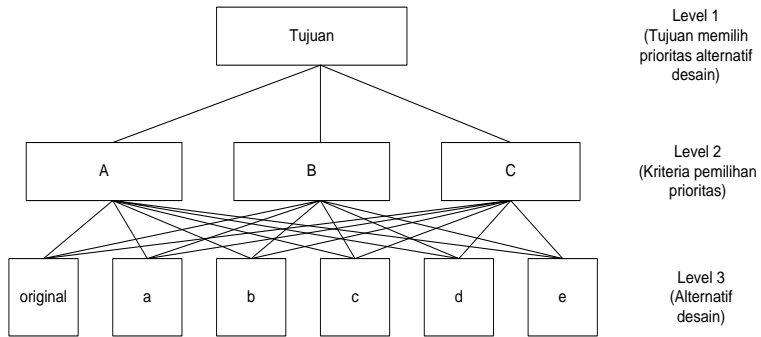
2.3.3.3 AHP (*Analythical Hierarchy Process*)

Setelah kedua analisa diatas dilakukan, maka alternatif-alternatif yang ada dinilai dan dipilih satu yang terbaik. Pada awalnya, kriteria-kriteria yang digunakan untuk menilai alternatif-alternatif diberi bobot dengan menggunakan pembobotan kriteria

metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)*. Menurut Kusriani (2007), prinsip dasar AHP adalah :

1. Membuat hierarki

Menyusun elemen secara hierarki dan menggabungkan atau mensistensisnya, lihat Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Bagan Hierarki

2. Penilaian kriteria dan alternatif

Penilaian dilakukan dengan cara perbandingan berpasangan dengan skala perbandingan 1 sampai 9 menurut Saaty (1988). Skala perbandingan tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Tabel Skala Penilaian Perbandingan Pasangan

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada elemen lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya

2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan
Kebalikan	Jika aktifitas i mendapatkan satu angka dibandingkan dengan aktifitas j, maka j memiliki nilai kebalikannya dibandingkan dengan i

3. Menentukan prioritas
4. Konsistensi Logis

2.3.4 Tahap Rekomendasi (*Recommendation Phase*)

Tahap ini merupakan proses mengajukan ide terbaik yang diusulkan untuk bisa diterima dan dilaksanakan untuk pemilik dimana ide ini melalui tahap analisa. Rekomendasi bisa mengubah desain dan penghematan menjadi salah satu ukuran bahwa usulan tersebut bisa diterima. Dalam tahap rekomendasi disajikan dalam bentuk Tabel 2.8 yang berisi keistimewaan dan keunggulan konsep dari usulan desain baru yang bisa menjadi dasar alasan bagi pemilik untuk menerima perubahan.

Tabel 2.8 Tabel Rekomendasi Alternatif

Tahap Rekomendasi	
Item	
Fungsi	
Desain Awal	
Usulan	
Penghematan	
Dasar Pertimbangan	

(Sumber : Zimmerman dan Hart, 1982)

2.4 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang pernah dilakukan sebelumnya tentang rekayasa nilai diantaranya :

1. Miftahul Huda (2001), penelitiannya mengenai penerapan Rekayasa Nilai pada desain alternatif struktur bagian atas (tidak termasuk atap dan pondasi) gedung River Side Building Tahap II Jakarta yang semula dari sistem struktur balok pelat menjadi sistem flat-slab pracetak. Hasil studi banding antar sistem slab pracetak dengan sistem konvensional diperoleh waktu pelaksanaan lebih singkat 54 hari dengan penghematan biaya sebesar Rp 397.937.242 atau sebesar 7% dari biaya pekerjaan struktur.
2. Achmad Nurul Hidayat (2011), penelitiannya mengenai penerapan Rekayasa Nilai pembangunan gedung Rusunawa Ambarawa karena dana yang tersedia terbatas. Hasil yang diperoleh *saving* dari pekerjaan atap, pelat lantai dan dinding.
3. Anna Rumintang (2008), penelitiannya mengenai penerapan Rekayasa Nilai pembangunan gedung informatika UPN Veteran Jawa Timur. Hasil yang diperoleh alternatif terbaik dan *saving* dari pekerjaan balok, pondasi, pelat dan tangga.
4. Boo Young Chung, Syadaruddin Syachrani, Hyung Seok (David) Jeong, and Young Hoon Kwak (2009), penelitiannya menggunakan studi kasus pada Rumah Sakit di Kyungki Do, Korea Selatan yang telah dilakukan rekayasa nilai yang kemudian dilakukan simulasi pada analisa pengambilan keputusan dengan *Microcyclone*. Hasil yang diperoleh yaitu alternatif desain EIFS dan *saving* dari keseluruhan biaya langsung dan tak langsung yaitu 5% - 6%.
5. Kristianto S.W (2010), penelitiannya mengenai penerapan Rekayasa Nilai dilakukan pada tahap pelaksanaan pembangunan gedung Jayanata Beauty Plaza Surabaya dan dilakukan pada pekerjaan yang belum dikerjakan dimana pada saat itu terjadi krisis global yang berdampak pada kenaikan harga material bangunan yaitu material pasir dan semen dan menyebabkan anggaran biaya pelaksanaan membengkak. Hasil yang didapat yaitu diperoleh item pekerjaan yang berbiaya tinggi yang akan dilakukan

rekayasa nilai antara lain pekerjaan finishing dinding lengkung eksterior, pekerjaan jendela aluminium dan pekerjaan pintu kayu dan didapatkan penghematan sebesar Rp 219.764.512,-.

BAB III METODOLOGI

3.1 Data Penelitian

Obyek yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah proyek pembangunan gedung FIP-UNESA. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dan penelitian-penelitian terdahulu (jurnal dan tugas akhir). Data sekunder adalah sumber data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Data sekunder umumnya berupa bukti, catatan atau laporan historis yang telah tersusun dalam arsip (data dokumenter) yang dipublikasikan dan yang tidak dipublikasikan. Data sekunder pada penelitian ini meliputi :

1. Data Teknis Proyek

Data ini diperoleh dari konsultan perencana yang menangani proyek ini yaitu CV Bhakti Persada. Data-data tersebut meliputi gambar desain (lampiran 8), Rencana Anggaran Biaya (RAB) (lampiran 1), dan Rencana Kerja Syarat (lampiran 2)

2. Data Bahan dan Material

Data ini diperoleh dari brosur harga material (lampiran 7). Data ini digunakan untuk menghitung biaya alternatif yang telah dipilih sebagai perbandingan.

3.2 Rencana Kerja Rekayasa Nilai

Dari data-data yang diperoleh dilakukan analisa *value engineering* dengan tahapan kerja menurut Dell Isola (1975).

3.2.1 Tahap Informasi

Pada tahap awal ini dilakukan upaya-upaya untuk mendapatkan informasi sebanyak-sebanyaknya yang relevan dengan obyek studi yang akan dievaluasi, dimana tahap ini Langkah-langkah penunjang yang biasa diterapkan dalam tahap informasi adalah sebagai berikut :

3.2.1.1 Cost Model

Dari RAB yang diperoleh data-data yang ada didistribusikan menjadi bagan *Cost Model* yang bertujuan untuk mengetahui sasaran studi dan berapa besar perkiraan target penghematan biaya didapat dengan membuat struktur biaya dari keseluruhan elemen obyek studi yang memperlihatkan dengan jelas bagian dan elemen yang ada sebagai sasaran studi tersebut.

3.2.1.2 Breakdown Cost Model

Setelah membuat bagan *Cost Model* dilakukan *Breakdown Cost Model* dengan mendistribusikan elemen dari bagan ke dalam Tabel 2.2 kemudian dibuat grafik pareto Gambar 2.1.

3.2.1.3 Analisa Grafik Pareto

Dari grafik dapat diperoleh item berbiaya tinggi dengan batasan yang telah dijelaskan pada BAB II.

3.2.1.4 Analisa Fungsi

Langkah selanjutnya menentukan rasio cost/worth yaitu dengan menggunakan tabel analisa fungsi dapat dilihat pada Tabel 2.3 untuk mengidentifikasi item biaya tinggi dan biaya-biaya yang tidak diperlukan, dimana hasilnya akan dikembangkan lagi di tahap kreatif. Item-item tersebut dianalisa komponen-komponennya berdasarkan RAB (lampiran 1) dari proyek lalu diklasifikasi fungsi primer atau fungsi sekunder. Lalu dihitung cost/worth-nya. Apabila cost/worth mempunyai nilai mendekati atau lebih dari 1 artinya ada biaya yang tidak diperlukan sehingga dapat dilakukan rekayasa nilai.

3.2.2 Tahap Kreatif

Di dalam *Value Engineering*, berfikir kreatif adalah hal sangat penting dalam mengembangkan ide-ide untuk memunculkan alternatif-alternatif dari elemen yang masih memenuhi fungsi tersebut, kemudian disusun secara sistematis. Alternatif-alternatif tersebut dapat ditinjau dari berbagai aspek yaitu bahan dan material, metode kerja dan waktu pelaksanaan. Adapun metode yang dilakukan yaitu dengan cara *Brainstorming* dimana alternatif-alternatif tersebut diisikan pada Tabel 2.4.

3.2.3 Tahap Analisa

Pada tahap ini alternatif yang timbul diformulasikan, kemudian dilakukan eliminasi ide-ide yang kurang praktis. dengan analisa keuntungan dan kerugian, analisa *Life Cycle Cost* dan analisa pemilihan alternatif dengan metode *AHP*.

3.2.3.1 Analisa Keuntungan dan Kerugian

Analisa keuntungan dan kerugian penjelasannya dapat dilihat secara lengkap pada BAB II yang penyajiannya seperti Tabel 2.4.

3.2.3.2 *Life Cycle Cost*

Dalam analisa *Life Cycle Cost* perlu diperhatikan biaya-biaya dalam siklus hidup selama masa umur bangunan tersebut untuk penjelasannya dapat dilihat secara lengkap pada BAB II. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 2.5.

3.2.3.3 *AHP (Analytical Hierarchy Process)*

Menurut Kusri (2007) proses pengambilan keputusan pada dasarnya adalah memilih suatu alternatif. Prosedur atau langkah-langkah dalam metode AHP adalah sebagai berikut :

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan, kemudian menyusun hierarki dengan menetapkan tujuan yang merupakan sasaran sistem secara keseluruhan pada level teratas, lihat gambar 3.3.
2. Menentukan prioritas elemen dengan membuat matriks perbandingan pasangan menggunakan Skala Saaty Tabel 2.7 sesuai kriteria yang diberikan untuk lebih jelasnya telah dijelaskan pada BAB II.

Tabel 3.1 Tabel Perbandingan Pasangan

Tujuan		Kriteria/Alternatif		
		A	B	C
Kriteria/Alternatif	A	1		
	B		1	
	C			1
Jumlah				

3. Mensistensis terhadap perbandingan berpasangan yaitu dengan menjumlahkan nilai-nilai dari setiap kolom pada matriks, membagi setiap nilai dari kolom dengan total kolom bersangkutan dan menjumlahkan nilai-nilai dari setiap baris dan membaginya dengan jumlah elemen untuk mendapat nilai rata-rata.

Tabel 3.2 Tabel Nilai Kriteria

Tujuan		Kriteria/Alternatif			Jumlah	Prioritas
		A	B	C		
Kriteria/Alternatif	A					
	B					
	C					

4. Mengukur konsistensi dengan mengalikan tiap nilai pada kolom pertama dengan prioritas elemen pertama, berlaku juga pada kolom kedua dan seterusnya, kemudian jumlahkan setiap baris.

Tabel 3.3 Tabel Penjumlahan Tiap Baris

Tujuan		Kriteria/Alternatif			Jumlah
		A	B	C	
Kriteria/Alternatif	A				
	B				
	C				
Total					

Hasil penjumlahan setiap baris dibagi dengan jumlah kriteria/alternatif (n), hasil bagi tersebut adalah λ maks.

5. Menghitung *Consistency Index* (CI) dengan rumus :

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / n$$

6. Menghitung *Consistency Ratio* (CR) dengan rumus :

$$CR = CI / IR$$

Nilai IR disesuaikan dengan ukuran matriks yang dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Tabel Daftar Indeks Random Konsistensi

Ukuran Matriks	Nilai IR
1,2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48
13	1,56
14	1,57
15	1,59

7. Memeriksa konsistensi hierarki jika :

Nilai $CR > 0,1$: diperbaiki

Nilai $CR \leq 0,1$: benar

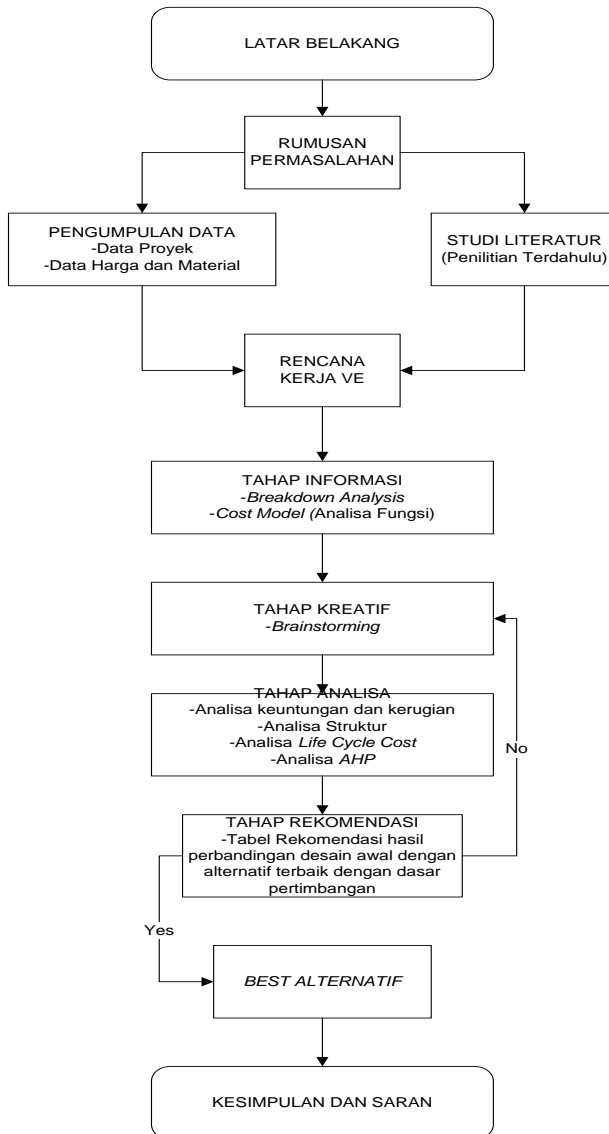
3.2.4 Tahap Rekomendasi

Mempersiapkan rekomendasi yang telah dilengkapi informasi dan perhitungannya secara tertulis dalam bentuk Tabel 2.8 dari alternatif yang dipilih dengan mempertimbangkan analisa yang dilakukan pada tahap analisa. Langkah-langkah tahapan rekomendasi adalah sebagai berikut :

- Membuat konsep / desain untuk dibandingkan satu sama lain.
- Membandingkan konsep semula dengan desain usulan/alternatif.
- Berisi usulan alternatif yang direkomendasikan beserta dasar pertimbangan.

3.3 Langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian pada tugas akhir ini dimulai dengan adanya suatu permasalahan kemudian dicari latar belakang dari permasalahan tersebut dan untuk dilakukan study review dengan mempelajari penelitian-penelitian terdahulu yang hampir sama dengan topik permasalahan, selanjutnya untuk memecahkan permasalahan tersebut dibuat rumusan masalah yang kemudian dilakukan rencana kerja *value engineering*. Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir

(“Halaman ini sengaja dikosongkan”)

BAB IV

PENERAPAN REKAYASA NILAI

4.1. Tahap Informasi

Makna dari informasi adalah untuk memperoleh sebanyak mungkin informasi dan pengetahuan desain proyek pada saat pengumpulan informasi. Tahap informasi sendiri merupakan tahap awal dalam rencana kerja rekayasa nilai yang bertujuan untuk mengumpulkan data mengenai item-item yang sedang ditinjau, menentukan fungsi item itu, dan mengevaluasi fungsi dasarnya.

Informasi berupa data-data proyek secara umum serta data-data item pekerjaan sangat diperlukan dalam tahap informasi ini. Data proyek yang dibutuhkan adalah data umum proyek, gambar rencana (Lampiran 1), serta rencana anggaran biaya (Lampiran 2). Di bawah ini adalah data umum proyek yang digunakan :

- a. Nama Proyek :Proyek Pembangunan Gedung FIP-UNESA
- b. Lokasi Proyek :Provinsi Jawa Timur
- c. Pemilik :Unesa
- d. Fungsi gedung :Gedung Perpustakaan, Auditorium dan Perkuliahan
- e. Luas gedung : $\pm 3711 \text{ m}^2$
- f. Jumlah lantai :3
- g. Biaya : ± 10 miliar

Setelah mendapatkan data-data proyek selanjutnya data tersebut diolah untuk mempermudah proses rekayasa nilai. Beberapa yang perlu dilakukan adalah membuat *Cost Model*, *Breakdown Cost Model*, Analisa Pareto, dan Analisa Fungsi.

4.1.1 Cost Model

Bagan Cost Model pada proyek ini dapat dilihat pada Lampiran 3. Dari bagan ini dapat dilihat distribusi biaya total Proyek Pembangunan Gedung FIP-UNESA. Biaya total yang

dimaksud adalah total biaya pekerjaan arsitektur dan finishing sesuai dengan batasan masalah yang ada di BAB I. Untuk pekerjaan railing tangga tidak dimasukkan dalam *Breakdown Cost Model* karena tidak ada data secara detail di RAB proyek sehingga terdapat 9 item pekerjaan pada proyek ini dengan masing-masing biayanya.

4.1.2 *Breakdown Cost Model*

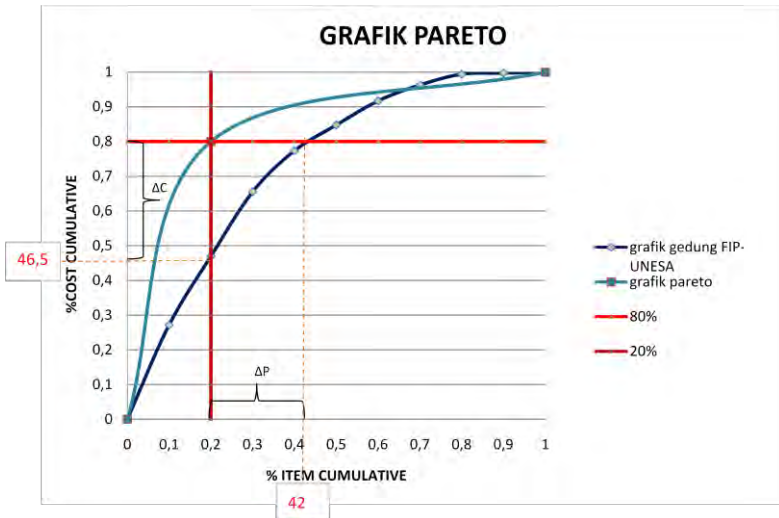
Untuk melakukan *Breakdown Cost Model* sebelumnya perlu mengidentifikasi item pekerjaan yang memiliki biaya terbesar hingga yang terkecil dari bagan *Cost Model*. Item-item pekerjaan yang akan dilakukan rekayasa nilai yaitu pekerjaan arsitek seperti yang telah dijelaskan pada batasan masalah di BAB I. Kemudian item-item pekerjaan beserta biayanya tersebut ditabelkan dalam tabel *Breakdown Cost Model*.

Tabel 4.1 Breakdown Cost Model

No	Item Pekerjaan	Biaya (Rp)	% Biaya	% Biaya Kumulatif	% Item Kumulatif
1	Pekerjaan Pasangan dan Pelesteran	Rp665.945.148,60	0,28080	0,28080	0,11111
2	Pekerjaan Keramik Lantai dan Dinding	Rp484.120.854,50	0,20413	0,48492	0,22222
3	Pekerjaan Atap	Rp454.553.108,00	0,19166	0,67659	0,33333
4	Pekerjaan Pintu dan Jendela	Rp288.532.065,84	0,12166	0,79825	0,44444
5	Pekerjaan Plafon	Rp181.135.764,00	0,07638	0,87462	0,55556
6	Pekerjaan Listrik	Rp170.336.450,00	0,07182	0,94644	0,66667
7	Pekerjaan Sanitasi	Rp112.056.270,00	0,04725	0,99369	0,77778
8	Pekerjaan Pendahuluan	Rp7.950.000,00	0,00335	0,99704	0,88889
9	Pekerjaan Papan	Rp7.011.225,00	0,00296	1,00000	1
Total Biaya		Rp	2.371.640.885,94		

4.1.3 Analisa Grafik Pareto

Setelah item pekerjaan beserta biayanya ditabelkan pada Tabel 4.1 *Breakdown Cost Model*, data tersebut dianalisa untuk mendapatkan item berbiaya tinggi melalui analisa grafik Pareto



Gambar 4.1 Grafik Pareto vs Grafik Proyek Gedung FIP-UNESA

Dilihat dari Gambar 4.1, dapat disimpulkan bahwa Grafik Proyek Gedung FIP-UNESA tidak sesuai dengan Grafik Pareto, sehingga perlu disesuaikan menggunakan batas biaya tinggi dengan rumus yang telah dijelaskan pada BAB II.

Jika $x = 20\%$ maka $y = 46,5\%$

Jika $y = 80\%$ maka $x = 42\%$

Sehingga didapatkan $\Delta C = 33,5\%$ sedangkan $\Delta P = 22\%$

Karena $\Delta C > \Delta P$ maka $20\% + 22\% = 42\% = 4$ item pekerjaan

Melalui Analisa Grafik Pareto dapat disimpulkan terdapat 4 item berbiaya tinggi. Item-item pekerjaan berbiaya tinggi tersebut adalah :

1. Pekerjaan pasangan dan plesteran
2. Pekerjaan keramik lantai dan dinding
3. Pekerjaan atap
4. Pekerjaan pintu dan jendela

4.1.4 Analisa Fungsi

Setelah mendapatkan item apa saja yang berbiaya tinggi dari analisa grafik pareto selanjutnya dilakukan analisa fungsi untuk mengetahui seberapa besar fungsi komponen-komponen dalam item pekerjaan tersebut. Analisa ini dilakukan berdasarkan RAB dari proyek yang kemudian dilakukan breakdown lagi uraian pekerjaannya secara detail sehingga didapat hasil analisa fungsi masing-masing item pekerjaan berbiaya tinggi seperti di bawah ini.

Tabel 4.2 Analisa Fungsi Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran

Tahap Informasi						
Analisa Fungsi						
Item :		Pekerjaan Pasangan dan Plesteran				
Fungsi :		Pemisah antar ruangan				
No	Uraian	Fungsi		Jenis	Cost	Worth
		KK	KB			
1	Pasangan Batu bata 1pc:5ps	Menahan	dinding	P	170.944.447,60	170.944.447,60
2	Plesteran dinding 1pc:4ps	Menghaluskan	dinding	P	337.765.211,00	337.765.211,00
3	Benangan	Merapikan sudut	dinding	S	152.534.522,50	
Total					661.244.181,10	508.709.658,60
Cost/Worth					1,30	

Berdasarkan breakdown RAB dari proyek secara detail untuk pekerjaan pasangan bata dan plesteran diperoleh tiga uraian pekerjaan antara lain pasangan batu bata 1pc:5ps, plesteran dinding 1pc:4ps, dan benangan. Untuk pasangan batu bata memiliki fungsi menahan dinding dan termasuk fungsi primer karena tanpa adanya pekerjaan pasangan batu bata ini maka dinding tidak dapat dibuat sehingga biaya untuk item ini ditulis dalam baris cost dan worth. Biayanya sendiri didapat dari HSPK dikali dengan luas dinding. Untuk plesteran dinding memiliki fungsi menghaluskan dinding dan termasuk fungsi primer karena pekerjaan ini akan memperindah tampilan dinding sehingga biaya

pekerjaan ini dituliskan seperti pada pekerjaan pasangan bata. Dan item yang terakhir adalah benangan yang memiliki fungsi merapikan sudut dan termasuk fungsi sekunder karena pekerjaan ini hanya penunjang dari pekerjaan pasangan batu bata dan plesteran agar lebih rapi lagi sehingga pekerjaan ini bisa dihilangkan. Biaya benangan didapat dari RAB proyek dan dituliskan pada baris cost saja. Langkah yang terakhir yaitu membagi jumlah cost dengan worth sehingga diperoleh 1,30.

Tabel 4.3 Analisa Fungsi Pekerjaan Atap

Tahap Informasi						
Analisa Fungsi						
Item :	Pekerjaan Atap					
Fungsi :	Menutupi bangunan					
No	Uraian	Fungsi		Jenis	Cost	Worth
		KK	KB			
1	WF 250 dan C 150	Menahan	atap	P	259.415.608,00	259.415.608,00
2	Rangka atap baja ringan zincalume	Menahan	penutup atap	P	100.625.000,00	100.625.000,00
3	Penutup genteng karangpilang	Menutupi	atap	S	68.425.000,00	
4	Papan listplang wood plang	Menutupi	rongga	S	10.125.000,00	
5	Bubungan genteng	Menghiasi	atap	S	4.462.500,00	
6	Penangkal petir	Menghiasi	atap	S	5.000.000,00	
Total					443.053.108,00	360.040.608,00
Cost/Worth					1,23	

Berdasarkan tabel di atas untuk analisa fungsi pekerjaan atap diperoleh enam uraian pekerjaan. Untuk item pekerjaan WF 250 dan C 150 dan rangka atap baja ringan zincalume termasuk fungsi primer karena pekerjaan ini merupakan dasar atau penahan dalam pekerjaan atap sehingga biaya untuk item ini ditulis dalam baris cost dan worth. Biayanya sendiri didapat dari HSPK dikali dengan luas atap. Untuk penutup genteng karangpilang, papan listplang woodplang, bubungan genteng dan penangkal petir termasuk fungsi sekunder karena pekerjaan ini merupakan

pekerjaan penunjang dari pekerjaan dasar atap sehingga biaya dituliskan pada baris cost saja. Langkah yang terakhir yaitu membagi jumlah cost dengan worth sehingga diperoleh 1,23.

Tabel 4.4 Analisa Fungsi Pekerjaan Keramik Lantai dan Dinding

Tahap Informasi						
Analisa Fungsi						
Item :	Pekerjaan Keramik Lantai dan Dinding					
Fungsi :	Melindungi lantai dan dinding					
No	Uraian	Fungsi		Jenis	Cost	Worth
		KK	KB			
1	Urugan sirtu bawah lantai	Menahan	lantai	P	14.095.867,50	14.095.867,50
2	Cor rabatan bawah keramik	Merekatkan	Beban	P	45.002.672,00	45.002.672,00
3	Pasangan Keramik lantai	Melindungi	lantai	P	221.806.065,00	221.806.065,00
4	Pasangan Keramik dinding KM/WC.	Melindungi	dinding	S	46.615.890,00	
5	Pasangan Keramik lantai KM/WC.	Melindungi	lantai	P	16.642.800,00	16.642.800,00
6	Pas. Keramik lantai uk. 40 x 40	Melindungi	lantai	P	78.498.880,00	78.498.880,00
7	Pas. Keramik lantai decoratife 40 x 40	Melindungi	lantai	P	22.594.250,00	22.594.250,00
8	Pas. Keramik lantai tangga kursi roda	Melindungi	lantai	P	17.042.520,00	17.042.520,00
9	Pasangan Keramik lantai tangga	Melindungi	lantai	P	30.343.170,00	30.343.170,00
Total					492.642.114,50	446.026.224,50
Cost/Worth					1,10	

Untuk analisa fungsi pekerjaan keramik lantai dan dinding yang termasuk fungsi primer adalah urugan sirtu bawah lantai, cor rabatan bawah keramik dan pasangan keramik lantai karena semua pekerjaan tersebut merupakan pekerjaan utama agar pekerjaan keramik lantai bisa dibuat. Dan yang termasuk fungsi sekunder adalah pekerjaan pasangan keramik KM/WC karena pekerjaan ini bukan termasuk pekerjaan utama bisa dihilangkan dan diganti dengan pekerjaan cat. Langkah yang terakhir yaitu membagi jumlah cost dengan worth sehingga diperoleh 1,10.

Tabel 4.5 Analisa Fungsi Pekerjaan Pintu

Tahap Informasi						
Analisa Fungsi						
Item :	Pekerjaan Pintu					
Fungsi :	Menutupi ruang					
No	Uraian	Fungsi		Jenis	Cost	Worth
		KK	KB			
1	Daun pintu	Menutupi	ruang	P	16.067.360,40	16.067.360,40
2	Engsel 4 "	Menghias	pintu	P	2.965.800,00	2.965.800,00
3	Engsel 3 "	Menghias	pintu	P	9.906.240,00	9.906.240,00
4	Handle pintu	Menghias	pintu	S	4.850.860,00	
5	Pintu PVC KM/WC	Menutupi	ruang	P	5.456.700,00	5.456.700,00
6	Partisi Lipat	Membatasi	ruang	P	71.767.512,00	71.767.512,00
Total					111.014.472,40	106.163.612,40
Cost/Worth					1,05	

Tabel 4.6 Analisa Fungsi Pekerjaan Jendela

Tahap Informasi						
Analisa Fungsi						
Item :	Pekerjaan Jendela					
Fungsi :	Menutupi ruang					
No	Uraian	Fungsi		Jenis	Cost	Worth
		KK	KB			
1	Kusen aluminium	Menyangga	daun jendela	P	91.772.400,00	91.772.400,00
2	Daun jendela	Menutupi	ruang	P	44.524.911,04	44.524.911,04
3	Kaca 5 mm	Menghias	jendela	S	31.837.802,40	
4	Hak angin jendela	Menghias	jendela	S	6.366.240,00	
5	Grendel jendela	Menghias	jendela	S	3.016.240,00	
Total					177.517.593,44	136.297.311,04
Cost/Worth					1,30	

Untuk analisa fungsi pekerjaan pintu dan pekerjaan jendela dapat dilihat pada tabel 4.5 dan tabel 4.6 dan didapat perbandingan cost/worth masing-masing adalah 1,05 dan 1,30.

Tabel 4.7 Cost/Worth Item Pekerjaan Berbiaya Tinggi

No	Item Pekerjaan	C/W
1	Pek. Pas Bata dan Plesteran	1,30
2	Pek. Atap	1,23
3	Pek. Pas Keramik Dinding dan Lantai	1,10
4	Pek. Pintu dan Jendela	
	Pek. Pintu	1,05
	Pek. Jendela	1,30

Berdasarkan tabel 4.7 dapat dilihat masing-masing rasio C/W empat item pekerjaan yang telah dianalisa fungsi kemudian diambil 3 item pekerjaan dengan nilai C/W tertinggi yaitu pekerjaan pasangan bata dan plesteran, pekerjaan atap, dan pekerjaan pasangan pintu dan jendela. Untuk item pekerjaan pintu dan jendela dipilih pekerjaan jendela karena memiliki c/w lebih besar sehingga mengandung item berbiaya tinggi lebih besar dibanding pekerjaan pintu.

4.2. Tahap Kreatif

Dalam tahapan ini analisa dilakukan dengan mencari alternatif-alternatif dari item-item berbiaya tinggi yang dapat dilakukan rekayasa nilai. Alternatif-alternatif ini didapatkan dari mencari banyak informasi bahan material yang sekarang banyak beredar di pasaran yaitu dengan bertanya kepada kontraktor yang melaksanakan proyek ini maupun dari informasi di internet.

Pemilihan alternatif tidak boleh menyimpang dari Rencana Kerja Syarat proyek sehingga perlu adanya batasan-batasan atau kriteria design masing-masing pekerjaan. Berdasarkan spesifikasi teknis proyek untuk pekerjaan pasangan bata dan plesteran memiliki kriteria design dari proyek sebagai berikut:

1. Batu bata ukuran yang berlaku dipasaran ex local warna merah seragam, untuk pemasangan bata harus bersilang dengan posisi rebah / mendasar diatas adukan 1Pc : 5Ps,

yang cukup diatas sela-selanya untuk mencapai kekuatan dan kesatuan.

2. Pasangan batu bata dipakai perekat 1Pc : 5Ps, batu bata harus direndam air hingga kenyang sebelum dipasang, sebanyak mungkin digunakan yang masih utuh, pemasangan selalu memakai pedoman tegak dan datar sedemikian rupa hingga selalu didapat pasangan dinding yang rata, lurus, tegak, tebal nat maksimal 2 cm, dikeruk sedalam 1 cm untuk memudahkan pelaksanaan plesteran.

Berdasarkan kriteria design pekerjaan pasangan bata dan plesteran maka diperoleh dua alternatif yaitu batako press dan bata ringan hebel. Dua alternatif ini dipilih karena dalam pelaksanaannya lebih cepat dan lebih hemat dalam plesteran dan perekatan.

Tabel 4.8 Alternatif Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran

Tahap Kreatif	
Pengumpulan Alternatif	
Item : Pekerjaan pasangan bata dan plesteran	
Fungsi : Membatasi ruang	
No.	Alternatif
Desain original	Bata Merah,Semen PC,Pasir Pasang
1	Batako Press (40x20x11),Semen PC,Pasir Pasang
2	Bata Ringan,Beton K100,Besi Beton,MU380

Untuk pekerjaan pasangan atap memiliki kriteria design dari proyek sebagai berikut:

1. Pemasangan genteng harus rapat, lurus dalam segala arah kaitan, saling menutup dan tidak terdapat kebocoran. Untuk menghindari hal itu maka dalam rencana pemasangannya reng harus disesuaikan dengan ukuran genteng yang akan dipakai.

2. Sebagai bubungan dipakai produksi yang sama dengan genteng yang dipakai dan dipasang dengan perekat 1Pc : 3Ps. Untuk menghindari retak-retak / pecah dan kebocoran, dibawah bubungan harus diberi penguat / reuter yang dipasang dengan baik, lurus dan sisa spesi yang menempel pada atap genteng harus segera dibersihkan.

Berdasarkan kriteria design pekerjaan atap-penutup atap maka diperoleh dua alternatif yaitu genteng primarroof classic dan genteng plentong. Dua alternatif ini dipilih karena ukuran genteng tidak jauh beda sehingga dalam pelaksanaannya tidak merubah jumlah reng .

Tabel 4.9 Alternatif Pekerjaan Atap – Penutup Atap (Genteng)

Tahap Kreatif	
Pengumpulan Alternatif	
Item : Pekerjaan atap - penutup atap (genteng)	
Fungsi : Menahan penutup atap	
No.	Alternatif
Desain original	Genteng Karangpilang
1	Genteng Primarroof classic
2	Genteng Plentong

Untuk pekerjaan pasangan atap memiliki kriteria design dari proyek sebagai berikut:

1. Mutu dan kualitas allumunium dipakai ex INDAL EXTRUSIONS / YKK Allumunium / setara dengan tebal 1.30 mm (toleransi ketebalan +/- 0.03 mm) dan tebal minimum lapisan ASADACOLOR ANODIK telah ditentukan oleh AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM B 497) dan dipakai silver alluminium atau sesuai petunjuk Direksi Lapangan.

2. Semua pengikat berupa paku, skrup, baut, dynabolt, kawat dan lainnya harus bergalvanisir sesuai dengan persyaratan yang berlaku di Indonesia.

Berdasarkan kriteria design pekerjaan jendela-kusen jendela maka diperoleh dua alternatif yaitu kusen kayu kamper dan kusen kayu meranti. Dua alternatif ini dipilih karena pemasangan kusen kayu jauh lebih mudah dan ukurannya dapat disesuaikan dengan ukuran kusen aluminium yang akan digantikan.

Tabel 4.10 Alternatif Pekerjaan Jendela – Kusen Jendela

Tahap Kreatif	
Pengumpulan Alternatif	
Item : Pekerjaan jendela - Kusen Jendela	
Fungsi : Menyangga daun jendela	
No.	Alternatif
Desain original	Aluminium Putih uk 4x10,profil 4 ,Skrup/Ripet,Sealent
1	Kusen kayu kamper 6/15,Paku Klem (no 4),Lem Kayu
2	Kusen kayu meranti 6/15,Paku Klem (no 4),Lem Kayu

4.3. Tahap Analisa

Setelah mendapatkan alternatif-alternatif maka perlu dilakukan analisa untuk mendapatkan alternatif terbaik. Analisa dilakukan melalui empat tahapan yaitu analisa keuntungan dan kerugian, analisa struktur, analisa *life cycle cost* dan yang terakhir analisa pemilihan alternatif dengan metode AHP.

4.3.1 Analisa Keuntungan dan Kerugian

Analisa keuntungan kerugian dilakukan untuk mendapatkan seluruh keterangan mengenai alternatif yang dapat membantu untuk pemilihan alternatif dengan penyajian dalam bentuk tabel untuk mempermuah tahapan analisa berikutnya. Informasi mengenai keuntungan dan kerugian dari penggunaan material ini didapat dari internet dan juga wawancara dengan beberapa orang yang berpengalaman seperti kontraktor dan konsultan.

Tabel 4.11 Analisa Keuntungan dan Kerugian Pekerjaan Atap – Penutup Atap (Genteng)

Analisa Keuntungan dan Kerugian			
Item : Pekerjaan Atap - Penutup Atap (Genteng)			
Fungsi : menutup atap			
No	Alternatif	Keuntungan	Kerugian
1	Genteng Plentong	lebih dingin	rawan retak rambut
		tidak berisik	tidak cocok untuk desain modern
		lebih artistik	minimalis yang mengusung atap flat
		mudah perawatannya	tidak terlalu artistik
		tidak rentan korosi	
2	Genteng Primarroof Classic	tahan terhadap kebocoran	dapat berkarat
		interlock sempurna	tidak fleksibel dan tidak kedap suara
			sulit pemasangan pada saat perlu memotong
			warna bisa pudar
3	Genteng Karangpilang	lebih dingin	mudah berlumut
		tidak berisik	tidak cocok untuk daerah gempa
		lebih artistik	
		mudah perawatannya	

Tabel 4.12 Analisa Keuntungan dan Kerugian Pasangan Bata dan Plesteran

Tahap Analisa			
Analisa Keuntungan dan Kerugian			
Item : Pasangan Bata dan Plesteran			
Fungsi : Pemisah Antar Ruang			
No	Alternatif	Keuntungan	Kerugian
1	Batu bata merah	tidak memerlukan keahlian khusus untuk memasang	sulit membuat pasangan bata yang rapi
		mudah diangkut karena memiliki ukuran yang kecil	dibutuhkan plesteran yang tebal karena pemasangannya cenderung kurang rapi
		mudah untuk dibentuk di bidang yang kecil	waktu pemasangan lebih lama
		murah harganya	berat sehingga menimbulkan beban yang cukup besar pada struktur bangunan
		mudah mendapatkannya	kualitas kurang beragam dan ukurannya yang jarang sama membuat wastenya banyak
		tidak memerlukan perekat khusus	
		keretakan jarang terjadi	
		kedap air	
2	Bata Ringan	tahan panas/bersifat insuli	
		memiliki ukuran dan kualitas yang seragam sehingga menghasilkan dinding yang rapi	membuat sisa cukup banyak karena ukurannya besar
		menghemat penggunaan perekat	membutuhkan perekat khusus
		ringan sehingga memperkecil beban struktur	perlu keahlian khusus untuk memasangnya
		kedap air	bila terkena air, pengeringan membutuhkan waktu lebih lama
		pelaksaaannya lebih cepat	bila dipaksakan belum kering, menimbulkan bercak kuning pada plesteran
		tidak memerlukan plesteran yang tebal	harga mahal
		tahan api	agak susah didapatkan karena penjualannya dalam volume besar di toko bangunan besar
		memiliki kekedapan suara yang baik	
		kuat tekan tinggi	
		ketahanan yang baik terhadap gempa bumi	
3	Batako	tidak mudah ditinggali rayap	
		ukurannya besar sehingga lebih cepat pemasangannya	rapuh dan mudah pecah
		lebih mudah dipotong untuk sambungan tertentu	dinding mudah retak
		sebelum pemakaian, tidak perlu direndam air	mudah dilubangi karena terdapat lubang pada bagian sisi dalam
		pembuatan mudah dan ukuran dapat dibuat sama	kurang baik untuk insuli panas dan suara
		tiap m2 pasangan beton membutuhkan sedikit batako	membutuhkan plesteran yang tebal dibandingkan hebel
		lebih ringan karena ukurannya besar serta bagian dalamnya kosong	kekuatannya kurang
		sangat murah harganya karena materialnya murah dan ukurannya yang besar dapat menghemat plesteran	
		permukaannya sudah rata, dinding batako sering diekspos sehingga tidak memerlukan plesteran dan acian lagi	

Tabel 4.13 Analisa Keuntungan dan Kerugian Pekerjaan Jendela –KusenJendela

Tahap Analisa			
Analisa Keuntungan dan Kerugian			
Item : Pekerjaan Jendela - Kusen Jendela			
Fungsi : Menahan daun jendela			
No	Alternatif	Keuntungan	Kerugian
1	kayu kamper 6/15	harga terjangkau	mudah berubah bentuk
		serat kayu halus dan indah	tidak setahan kayu jati dan tidak sekeras bangkirai
		tidak terlalu kuat dan keras	
		Kelas awet II,III	harga lebih mahal dari kayu meranti
		Kelas kuat II,I	
2	kayu meranti 6/15	kayu keras	tekstur tidak terlalu halus
		kelas awet III,IV	tidak tahan terhadap cuaca
		kelas kuat II,IV	
		harga tidak terlalu mahal	
		mudah diawetkan	
3	aluminium	tahan keropos	variasi bentuk terbatas karena standard pabrik
		tidak dimakan rayap	
		desain dapat dibuat sesuai pesanan	teknik pemasangannya mengandalkan sekrup yang harus dipasang presisi apabila salah akan berakibat fatal
		bobotnya ringan sehingga dapat dipindahkan	sambungan yang kurang baik pada siku
		perawatannya mudah dan sederhana	atau kaca dapat menyebabkan air hujan
		tidak mengalami penyusutan dan perubahan bentuk	dapat masuk, karena itu faktor penyambungan

4.3.2 Analisa *Life Cycle Cost*

Analisa *Life Cycle Cost* bertujuan menganalisa setiap alternatif berdasarkan total biaya yang terjadi selama masa umur bangunan. Data umum untuk menghitung *life cycle cost* yaitu :

1. Umur bangunan 20 tahun (berdasarkan PPRI no.36 tahun 2005 pasal 5 ayat 3 tentang bangunan permanen).
2. i = safe rate yang didapat dari rata-rata bunga deposito 12 bank besar + resiko.
3. Inflasi diabaikan
4. Seluruh biaya dihitung berdasarkan nilai Present Value

Tabel 4.14 Bunga Deposito dan Safe Rate

Nama Bank	Bunga Deposito
Bukopin	6,00%
CIMB Niaga	6,00%
Danamon	6,00%
HSBC	6,00%
Mandiri	4,00%
Mega	6,00%
BRI	4,00%
Panin	6,00%
BTN	5,00%
Permata Tbk.	6,00%
BNI	6,00%
BCA	5,00%
rata-rata	5,50%
i (safe rate)	11%

4.3.2.1 Analisa *Life Cycle Cost* Kusen Jendela

Analisa *Life Cycle Cost* Kusen Jendela terbagi menurut desainnya yaitu desain original (kusen aluminium), alternatif satu (kayu meranti) dan alternatif dua (kayu kamper). Biaya-biaya yang ditinjau antara lain *initial cost*, *replacement cost* dan *maintenance cost*. Untuk salvage cost dan operational cost tidak

perlu ditinjau karena dalam pergantian desain tidak memperoleh nilai sisa maupun biaya operasional. Hasil dari analisa *Life Cycle Cost* Kusen Jendela dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.15 Life Cycle Cost Pekerjaan Jendela-Kusen Jendela

Tahap Analisa Analisa Daur Hidup Proyek				
Item : Pekerjaan Kusen			Bunga : 11% Inflasi : -	
	Present Value	Original	Alternatif 1	Alternatif 2
Initial Cost	biaya konstruksi	Rp91.772.400,00	Rp100.363.944,60	Rp126.006.276,60
	biaya redesain	-	Rp2.523.741,00	Rp2.523.741,00
	total initial cost	Rp91.772.400,00	Rp102.887.685,60	Rp128.530.017,60
Replacement Cost	setiap alternatif membutuhkan penggantian setiap 10 tahun	-	Rp21.882.817,58	Rp13.736.867,24
Salvage Cost	seluruh alternatif tidak memberikan nilai sisa	-	-	-
Operational Cost	seluruh alternatif tidak membutuhkan biaya operasional	-	-	-
Maintenance Cost	biaya perawatan dikeluarkan setiap tahun	-	Rp15.984.620,44	Rp10.034.293,25
Total Cost		Rp91.772.400,00	Rp140.755.123,62	Rp152.301.178,09

4.3.2.1.1 *Initial Cost*

Pada tahap ini terdapat banyak biaya yang harus ditinjau. Yang pertama adalah biaya awal (*initial cost*). Biaya awal ini terdiri dari biaya konstruksi dan biaya redesain. Biaya konstruksi didapat dari biaya total konstruksi. Biaya total konstruksi adalah biaya yang didapat dari analisa harga satuan dikalikan dengan

volume pekerjaan. Tabel 4.16, 4.17 dan 4.18 merupakan nilai hspk yang diambil dari analisa hspk tahun 2012 yang akan digunakan dalam perhitungan pada Tabel 4.19 yaitu perhitungan biaya konstruksi kusen jendela.

Tabel 4.16 Analisa Harga Satuan Pemasangan Kusen Aluminium (desain original)

Pemasangan Kusen Aluminium Profil 4"		m1		
<u>Upah:</u>				
Tukang Kayu	0,0430	O.H	50.000,00	2.150,00
Pembantu Tukang	0,0430	O.H	40.000,00	1.720,00
			Jumlah:	3.870,00
<u>Bahan:</u>				
Aluminium Putih Uk. 4 x 10, Profil 4"	1,1000	m1	62.500	68.750,00
Skrup/Ripet	2,0000	Buah	3.700	7.400,00
Sealant	0,0600	tube	50.000	3.000,00
			Jumlah:	79.150,00
		Nilai HSPK :		83.020,00

Untuk analisa harga satuan pemasangan kusen aluminium tidak memerlukan pekerjaan cat karena kusen aluminium ini sudah berwarna dari pabriknya.

Tabel 4.17 Analisa Harga Satuan Pemasangan Kusen Kayu Meranti (alternatif 1)

Kusen Pintu/Jendela Kayu Meranti		m3		
Upah:				
Tukang Kayu	18,0000	O.H	50.000,00	900.000,00
Pembantu Tukang	6,0000	O.H	40.000,00	240.000,00
			Jumlah:	1.140.000,00
Bahan:				
Kayu Meranti (balok 6/15)	1,2000	m3	3.622.500,00	4.347.000,00
Paku Klem (No 4)	1,2500	Doz	5.800,00	7.250,00
Lem Kayu	1,0000	kg	10.400,00	10.400,00
			Jumlah:	4.364.650,00
		Nilai HSPK :		5.504.650,00
Pengecatan Kayu (1 plamir, 1 lapis cat dasar, 3 lapis cat penutup)		m2		
Upah:				
Mandor	0,0025	O.H	60.000,00	150,00
Kepala Tukang Cat	0,0040	O.H	55.000,00	220,00
Tukang Cat	0,1050	O.H	50.000,00	5.250,00
Tenaga Kasar	0,0700	O.H	30.000,00	2.100,00
			Jumlah:	7.720,00
Bahan:				
Cat Meni Kayu	0,1500	Kg	20.200,00	3.030,00
Plamir	0,3000	Kg	33.700,00	10.110,00
Cat Kayu	0,2000	kg	41.400,00	8.280,00
Cat Penutup	0,3000	kg	37.500,00	11.250,00
			Jumlah:	32.670,00
		Nilai HSPK :		40.390,00

Tabel 4.18 Analisa Harga Satuan Pemasangan Kusen Kayu Kamper (alternatif 2)

Kusen Pintu / Jendela Kayu kamper		m3		
Upah:				
Tukang Kayu	18,0000	O.H	50.000,00	900.000,00
Pembantu Tukang	6,0000	O.H	40.000,00	240.000,00
			Jumlah:	1.140.000,00
Bahan:				
Kayu Kamper (balok 6/15)	1,2000	m3	5.750.000,00	6.900.000,00
Paku Klem (No 4)	1,2500	Doz	5.800,00	7.250,00
Lem Kayu	1,0000	kg	10.400,00	10.400,00
			Jumlah:	6.917.650,00
		Nilai HSPK :		8.057.650,00
Pengecatan Kayu (1 plamir, 1 lapis cat dasar, 3 lapis cat penutup)		m2		
Upah:				
Mandor	0,0025	O.H	60.000,00	150,00
Kepala Tukang Cat	0,0040	O.H	55.000,00	220,00
Tukang Cat	0,1050	O.H	50.000,00	5.250,00
Tenaga Kasar	0,0700	O.H	30.000,00	2.100,00
			Jumlah:	7.720,00
Bahan:				
Cat Meni Kayu	0,1500	Kg	20.200,00	3.030,00
Plamir	0,3000	Kg	33.700,00	10.110,00
Cat Kayu	0,2000	kg	41.400,00	8.280,00
Cat Penutup	0,3000	kg	37.500,00	11.250,00
			Jumlah:	32.670,00
		Nilai HSPK :		40.390,00

Tabel 4.19 Perhitungan Biaya Konstruksi Pekerjaan Jendela –
Kusen Jendela

	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME		HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	TOTAL BIAYA KONSTRUKSI (Rp.)
				(Rp.)	(Rp.)	
Alternatif 1	Kusen kayu meranti	10,04	m ³	5.504.650,00	55.288.704,60	100.363.944,60
	Pengecatan Kayu	1.116,00	m ¹	40.390,00	45.075.240,00	
Alternatif 2	Kusen kayu kamper	10,04	m ³	8.057.650,00	80.931.036,60	126.006.276,60
	Pengecatan Kayu	1.116,00	m ¹	40.390,00	45.075.240,00	
Original	Kusen kayu aluminium	1.116,00	m ¹	83.020,00	92.650.320,00	92.650.320,00

Dalam tabel di atas dapat dilihat bahwa biaya konstruksi didapat dari volume dikalikan dengan harga satuan (lihat tabel 4.16, 4.17 dan 4.18). Untuk total biaya konstruksi alternatif satu dan alternatif dua ditambahkan dengan biaya pengecatan kayu.

Selain biaya konstruksi, pada Life Cycle Cost terdapat juga biaya redesain karena adanya perubahan material. Biaya redesain diasumsikan 2,75% dari biaya konstruksi total awal (desain original). Sehingga didapat biaya redesain :

$$\begin{aligned}\text{Biaya redesain} &= 2.75\% \times \text{Rp } 91.772.400,00 \\ &= \text{Rp } 2.523.741,00\end{aligned}$$

Total dari Initial Cost untuk desain original hanya biaya konstruksi saja sedangkan untuk alternatif ditambah dengan biaya redesign karena adanya perubahan material.

4.3.2.1.2 Replacement Cost

Selain *initial cost*, terdapat juga biaya penggantian (replacement cost). Biaya ini biasanya dikeluarkan karena adanya kerusakan material sejalan dengan berjalannya waktu. Seperti pada pekerjaan kusen ini, ada biaya penggantian setiap 10 tahun yang besarnya setiap item pekerjaan berbeda-beda. Contoh perhitungan biaya penggantian (replacement cost) :

$$\text{Faktor } \frac{P}{F} = (1 + i)^n$$

Umur bangunan adalah 20 tahun, apabila setiap 10 tahun dilakukan penggantian maka terjadi 2 kali penggantian pada tahun ke-10 dan tahun ke-20. Jadi terdapat 2 nilai faktor P/F untuk tahun ke-10 dan tahun ke-20.

$$\text{Faktor } \frac{P}{F} (n = 10) = (1 + 0,11)^{10} = 2,839$$

$$\text{Faktor } \frac{P}{F} (n = 20) = (1 + 0,11)^{20} = 8,062$$

Replacement Cost = biaya penggantian x Faktor P/F

Biaya perawatan ini digunakan untuk menggantikan kusen yang mungkin rusak selama umur bangunan. Setiap alternatif memiliki tingkat kerusakan yang berbeda tergantung dari kekuatan dan keawetan setiap material yang digunakan.

$$\begin{aligned} \text{Alternatif 1(kayu meranti)} &= (\text{Rp } 100.363.944,6 \times 2\%) \times 2,839 \\ &= \text{Rp } 5.699.509,81 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alternatif 1(kayu meranti)} &= (\text{Rp } 100.363.944,6 \times 2\%) \times 8,062 \\ &= \text{Rp } 16.183.307,77 \end{aligned}$$

$$\text{Total} = \text{Rp } 21.882.817,58$$

$$\begin{aligned} \text{Alternatif 2(kayu kamper)} &= (\text{Rp } 126.006.276,6 \times 1\%) \times 2,839 \\ &= \text{Rp } 3.577.848,66 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alternatif 2(kayu kamper)} &= (\text{Rp } 126.006.276,6 \times 1\%) \times 8,062 \\ &= \text{Rp } 10.159.018,57 \end{aligned}$$

$$\text{Total} = \text{Rp } 13.736.867,24$$

4.3.2.1.3 *Maintenance Cost*

Selain *replacement cost*, ada juga biaya perawatan (*maintenance cost*) untuk beberapa item pekerjaan seperti

pekerjaan pemasangan kusen ini. Berikut ini adalah contoh perhitungan biaya perawatan untuk pekerjaan kusen :

$$\text{Faktor } \frac{P}{A} = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = \frac{(1+0,11)^{20} - 1}{0,11(1+0,11)^{20}} = 7,9633$$

Biaya maintenance = Biaya Perawatan x Faktor P/A

Biaya perawatan kusen ini digunakan untuk melakukan pengecatan pada kusen setiap tahunnya. Sehingga besarnya biaya perawatan merupakan persentase dari biaya cat dikalikan biaya konstruksi tersebut. Untuk persentase dari biaya cat tergantung tingkat kerusakan dan keawetan setiap material. Disini untuk alternatif 1 diasumsikan 2% ,sedangkan untuk alternatif 2 diasumsikan 1 % karena ditinjau dari keawetannya dan berdasarkan survey dengan ahlinya,

$$\begin{aligned} \text{Alternatif 1} &= (\text{Rp } 100.363.944,6 \times 2\%) \times 7,9633 \\ &= \text{Rp } 15.984.620,44 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alternatif 2} &= (\text{Rp } 126.006.276,6 \times 1\%) \times 7,9633 \\ &= \text{Rp } 10.034.293,25 \end{aligned}$$

4.3.2.2 Analisa *Life Cycle Cost* Pekerjaan Atap – Penutup Atap (genteng)

Analisa *Life Cycle Cost* pada pekerjaan atap – penutup atap (genteng) terbagi menurut desainnya yaitu desain original (genteng karangpilang), alternatif satu (genteng plentong) dan alternatif dua (genteng metal primarroof). Adapun biaya-biaya yang ditinjau dalam analisa ini antara lain *initial cost*, *replacement cost* dan *maintenance cost*. Pada tabel 4.20 merupakan hasil analisa *Life Cycle Cost* pada pekerjaan atap – penutup atap (genteng) dan uraian perhitungannya dapat dilihat di bawah tabel.

Tabel 4.20 Life Cycle Cost Pekerjaan Atap - Penutup Atap

Tahap Analisa				
Analisa Daur Hidup Proyek				
Item : Pekerjaan Penutup Atap			Bunga : 11%	
			Inflasi : -	
	Present Value	Original	Alternatif 1	Alternatif 2
Initial Cost	biaya konstruksi	Rp68,425,000.00	Rp36,764,350.00	Rp44,411,850.00
	biaya redesain	-	Rp1,881,687.50	Rp1,881,687.50
	total initial cost	Rp68,425,000.00	Rp38,646,037.50	Rp46,293,537.50
Replacement Cost	setiap alternatif membutuhkan penggantian setiap 10 tahun	Rp14,919,020.96	Rp4,007,951.10	Rp4,841,661.10
Salvage Cost	seluruh alternatif tidak memberikan nilai sisa	-	-	-
Operational Cost	seluruh alternatif tidak	-	-	-
Maintenance Cost	biaya perawatan dikeluarkan setiap tahun	Rp27,244,536.32	Rp43,914,987.31	Rp24,756,629.37
Total Cost		Rp110,588,557.28	Rp86,568,975.91	Rp75,891,827.96

4.3.2.2.1 Initial Cost

Biaya awal ini terdiri dari biaya konstruksi dan biaya redesain. Biaya konstruksi didapat dari biaya total konstruksi.

Biaya total konstruksi adalah biaya yang didapat dari analisa harga satuan dikalikan dengan volume pekerjaan.

Tabel 4.21 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Atap – Penutup Atap Genteng Karangpilang (desain original)

Pemasangan Genteng Karangpilang		m2		
Upah:				
Tukang Kayu	0,085	O.H	50.000,00	4.250,00
Pembantu tukang	0,150	O.H	40.000,00	6.000,00
			Jumlah:	10.250,00
Bahan:				
Genteng Karangpilang	23,000	Buah	3.250,00	74.750,00
			Jumlah:	74.750,00
		Nilai HSPK :		85.000,00

Tabel 4.22 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Atap – Penutup Atap Genteng Plentong (alternatif 1)

Pemasangan Genteng Plentong		m2		
Upah:				
Mandor	0,008	O.H	60.000,00	480,00
Kepala Tukang Kayu	0,008	O.H	55.000,00	440,00
Tukang Kayu	0,075	O.H	50.000,00	3.750,00
Pembantu tukang	0,150	O.H	40.000,00	6.000,00
			Jumlah:	10.670,00
Bahan:				
Genteng Plentong	25,000	Buah	1.400,00	35.000,00
			Jumlah:	35.000,00
		Nilai HSPK :		45.670,00

Tabel 4.23 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Atap – Penutup Atap Genteng Metal Primarroof (alternatif 2)

Pemasangan Primarroof		m2		
Upah:				
Mandor	0,0080	O.H	60.000,00	480,00
Kepala Tukang Kayu	0,0080	O.H	55.000,00	440,00
Tukang Kayu	0,0750	O.H	50.000,00	3.750,00
Pembantu tukang	0,1500	O.H	40.000,00	6.000,00
			Jumlah:	10.670,00
Bahan:				
Genteng Metal Primarroof	1,0000	lembar	44.500,00	44.500,00
			Jumlah:	44.500,00
		Nilai HSPK :		55.170,00

Tabel 4.24 Perhitungan Biaya Konstruksi Pekerjaan Atap-Penutup Atap

	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME		HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
				(Rp.)	(Rp.)
Alternatif 1	Genteng Plentong	805,00	m2	45.670,00	36.764.350,00
Alternatif 2	Genteng Metal Primarroof	805,00	m2	55.170,00	44.411.850,00
Original	Genteng Karangpilang	805,00	m2	85.000,00	68.425.000,00

Dalam tabel di atas dapat dilihat bahwa biaya konstruksi didapat dari volume dikalikan dengan harga satuan. Selain biaya konstruksi, pada Life Cycle Cost terdapat juga biaya redesain karena adanya perubahan material. Biaya redesain diasumsikan 2,75% dari biaya konstruksi total awal (desain original). Sehingga didapat biaya redesain :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya redesain} &= 2.75\% \times \text{Rp } 68.425.000,00 \\
 &= \text{Rp } 1.881.687,50
 \end{aligned}$$

Total dari Initial Cost untuk desain original hanya biaya konstruksi saja sedangkan untuk alternatif ditambah dengan biaya redesign karena adanya perubahan material.

4.3.2.2.2 *Replacement Cost*

Pada pekerjaan atap – penutup atap (genteng) terdapat biaya penggantian atau replacement cost. Biaya ini adalah biaya penggantian genteng yang bocor atau rusak setiap 10 tahun dengan umur bangunan 20 tahun. Contoh perhitungan biaya penggantian (replacement cost) :

$$\text{Faktor } \frac{P}{F} = (1 + i)^n$$

$$\text{Faktor } \frac{P}{F} (n = 10) = (1 + 0,11)^{10} = 2,839$$

$$\text{Faktor } \frac{P}{F} (n = 20) = (1 + 0,11)^{20} = 8,062$$

Replacement Cost = biaya penggantian x Faktor P/F

Alternatif 1

$$\begin{aligned} (\text{genteng plentong}) &= (\text{Rp } 36.764.350,00 \times 1\%) \times 2,839 \\ &= \text{Rp } 1.043.894,67 \end{aligned}$$

Alternatif 1

$$\begin{aligned} (\text{genteng plentong}) &= (\text{Rp } 36.764.350,00 \times 1\%) \times 8,062 \\ &= \text{Rp } 2.964.056,43 \end{aligned}$$

$$\text{Total} = \text{Rp } 4.007.951,10$$

Alternatif 2

$$\begin{aligned} (\text{genteng metal primarroof}) &= (\text{Rp } 44.411.850,00 \times 1\%) \times 2,839 \\ &= \text{Rp } 1.261.039,39 \end{aligned}$$

Alternatif 2

$$\begin{aligned} (\text{genteng metal primarroof}) &= (\text{Rp } 44.411.850,00 \times 1\%) \times 8,062 \\ &= \text{Rp } 3.580.621,71 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total} &= \text{Rp } 4.841.661,10 \\
 \text{Original} \\
 (\text{genteng karangpilang}) &= (\text{Rp } 68.425.000,00 \times 2\%) \times 2,839 \\
 &= \text{Rp } 3.885.747,62 \\
 \text{Original} \\
 (\text{genteng karangpilang}) &= (\text{Rp } 68.425.000,00 \times 2\%) \times 8,062 \\
 &= \text{Rp } 11.033.273,34 \\
 \text{Total} &= \text{Rp } 14.919.020,96
 \end{aligned}$$

4.3.2.2.3 Maintenance Cost

Selain *replacement cost*, ada juga biaya perawatan (*maintenance cost*) ,berikut ini adalah contoh perhitungan biaya perawatan untuk pekerjaan kusen :

$$\text{Faktor } \frac{P}{A} = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = \frac{(1+0,11)^{20} - 1}{0,11(1+0,11)^{20}} = 7,9633$$

Biaya maintenance = Biaya Perawatan x Faktor P/A

Biaya perawatan ini digunakan untuk menggantikan genteng yang mungkin rusak selama umur bangunan. Setiap alternatif memiliki tingkat kerusakan yang berbeda tergantung dari kekuatan dan keawetan setiap material yang digunakan. Untuk genteng Karangpilang (desain original), asumsi besarnya genteng yang rusak selama 20 tahun adalah 5%, sedangkan genteng Plentong (alternatif 1) adalah 15% dan genteng metal primarroof (alternatif 2) sebesar 7%.

$$\begin{aligned}
 \text{Alternatif 1} &= (\text{Rp } 36.764.350,00 \times 7\%) \times 7,9633 \\
 &= \text{Rp } 43.914.987,31 \\
 \text{Alternatif 2} &= (\text{Rp } 44.411.850,00 \times 7\%) \times 7,9633 \\
 &= \text{Rp } 24.756.629,37 \\
 \text{Original} &= (\text{Rp } 68.425.000,00 \times 15\%) \times 7,9633 \\
 &= \text{Rp } 27.244.536,32
 \end{aligned}$$

4.3.2.3 Analisa *Life Cycle Cost* Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran

Biaya yang ditinjau pada analisa *Life Cycle Cost* untuk pekerjaan pasangan bata dan plesteran hanya *initial cost* yaitu pergantian materialnya saja dan dalam pergantian desain tidak ada nilai sisa, biaya pergantian, biaya perawatan dan biaya operasional. Analisa ini meninjau desain original (bata merah), alternatif 1 (batako) dan alternatif 2 (bata hebel). Biaya awal ini terdiri dari biaya konstruksi dan biaya redesain. Biaya konstruksi didapat dari biaya total konstruksi. Biaya total konstruksi adalah biaya yang didapat dari analisa harga satuan dikalikan dengan volume pekerjaan.

Tabel 4.25 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran-Bata Merah (desain original)

Uraian			Harga Satuan	Harga Bahan	Harga Upah	Harga Jumlah
Pemasangan dinding bata merah		m ²				
<u>Upah</u>						
Mandor	0,0150	OH	60.000,00		900,00	900,00
Kepala Tukang Batu	0,0100	OH	55.000,00		550,00	550,00
Tukang Batu	0,1000	OH	50.000,00		5.000,00	5.000,00
Tenaga Kasar	0,3000	OH	35.000,00		10.500,00	10.500,00
<u>Bahan</u>						
Batu bata	70,0000	bh	475,00	33.250,00		33.250,00
Semen PC (Portland Cement) 50 kg	0,1936	zak	53.000,00	10.260,80		10.260,80
Pasir Pasang	0,0450	m ³	115.000,00	5.175,00		5.175,00
Total						65.635,80

Tabel 4.26 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran-Batako (alternatif 1)

Uraian			Harga Satuan	Harga Bahan	Harga Upah	Harga Jumlah
Pemasangan dinding batako press		m2				
<u>Upah</u>						
Mandor	0,0160	OH	70.000,00		1.120,00	1.120,00
Kepala Tukang Batu	0,0120	OH	65.000,00		780,00	780,00
Tukang Batu	0,1200	OH	55.000,00		6.600,00	6.600,00
Tenaga Kasar	0,3200	OH	40.000,00		12.800,00	12.800,00
<u>Bahan</u>						
Batako pres (40 x 20 x 10)	11,0000	bh	1.500,00	16.500,00		16.500,00
Semen PC (Portland Cement) 50 kg	0,2150	zak	55.800,00	11.997,00		11.997,00
Pasir Pasang	0,0250	m3	106.000,00	2.650,00		2.650,00
Total						52.447,00

Tabel 4.27 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran-Bata Hebel (alternatif 2)

Uraian			Harga Satuan	Harga Bahan	Harga Upah	Harga Jumlah
Pemasangan dinding bata ringan Hebel		m2				
<u>Upah</u>						
Mandor	0,0150	OH	70.000,00		1.050,00	1.050,00
Kepala Tukang Batu	0,0150	OH	65.000,00		975,00	975,00
Tukang Batu	0,1500	OH	60.000,00		9.000,00	9.000,00
Tenaga Kasar	0,1500	OH	40.000,00		6.000,00	6.000,00
<u>Alat</u>						
Alat Bantu	1,0000	ls	5.925,21	5.925,21		5.925,21
<u>Bahan</u>						
Beton K100	0,0250	m3	711.230,00	17.780,75		17.780,75
Besi Beton	1,8900	kg	9.775,35	18.475,41		18.475,41
Bata Ringan	0,0788	m3	828.000,00	65.246,40		65.246,40
MU 380	0,0143	zak	67.070,00	959,10		959,10
Total						125.411,87

Tabel 4.28 Perhitungan Biaya Konstruksi Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran

	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME		HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	BIAYA KONSTRUKSI	KETERANGAN
				(Rp.)	(Rp.)		
Alternatif 1	Batako	2.550,32	m2	52.447,00	133.756.633,04	634.345.606,54	Untuk plesteran dinding, benangan, pasangan batu kali dan desain original biayanya sesuai dengan RAB dari proyek
	Plesteran dinding 1pc : 4ps				337.765.211,00		
	Benangan				152.534.522,50		
	Pasangan batu kali untuk penahan tanah				10.289.240,00		
Alternatif 2	Bata Hebel	2.160,00	m2	125.411,87	270.889.644,60	771.478.618,10	
	Plesteran dinding 1pc : 4ps				337.765.211,00		
	Benangan				152.534.522,50		
	Pasangan batu kali untuk penahan tanah				10.289.240,00		
Original	Bata Merah				665.945.148,60	665.945.148,60	

Selain biaya konstruksi pada Tabel 4.28, terdapat juga biaya redesain karena adanya perubahan material. Biaya redesain diasumsikan 2,75% dari biaya konstruksi total awal (desain original). Sehingga didapat biaya redesain :

$$\begin{aligned}\text{Biaya redesain} &= 2.75\% \times \text{Rp } 665.945.148,60 \\ &= \text{Rp } 18.313.491,59\end{aligned}$$

Total dari Initial Cost untuk desain original hanya biaya konstruksi saja sedangkan untuk alternatif ditambah dengan biaya redesign karena adanya perubahan material. Hasil *Life Cycle Cost* Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran dapat dilihat pada tabel 4.29.

Tabel 4.29 *Life Cycle Cost* Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran

Tahap Analisa				
Analisa Daur Hidup Proyek				
Item : Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran			Bunga :	11%
			Inflasi :	-
	Present Value	Desain awal	Alternatif 1	Alternatif 2
Initial Cost	biaya konstruksi	Rp665.945.148,60	Rp634.345.606,54	Rp771.478.618,10
	biaya redesain	-	Rp18.313.491,59	Rp18.313.491,59
	total initial cost	Rp665.945.148,60	Rp652.659.098,13	Rp789.792.109,69
Replacement Cost	seluruh alternatif tidak memerlukan penggantian selama usia	-	-	-
Salvage Cost	seluruh alternatif tidak memberikan nilai sisa	-	-	-
Operational Cost	seluruh alternatif tidak membutuhkan biaya operasional	-	-	-
Maintenance Cost	seluruh alternatif tidak memerlukan biaya perawatan	-	-	-
Total Cost		Rp665.945.148,60	Rp652.659.098,13	Rp789.792.109,69

4.3.3 Analisa Pemilihan Alternatif dengan Metode AHP

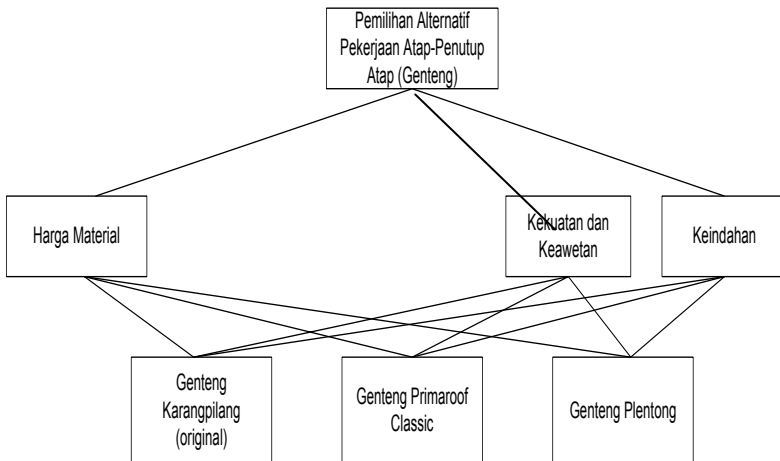
Setelah dilakukan analisa dengan menggunakan *life cycle cost*, setiap alternatif dianalisa menggunakan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Analisa ini dilakukan dengan memberikan bobot pada setiap kriteria dan alternatif yang

bertujuan untuk memilih alternatif terbaik pada item pekerjaan berbiaya tinggi.

4.3.3.1 AHP Pekerjaan Atap-Penutup Atap

Berikut ini adalah contoh analisa AHP untuk pekerjaan atap – penutup atap. Tahap awal proses AHP adalah menentukan tujuan, kriteria, dan alternatif yaitu :

1. Tujuan : Pemilihan Alternatif Pekerjaan Atap-Penutup Atap (Genteng)
2. Kriteria : kekuatan dan keawetan (A), harga material (B), dan keindahan (C)
3. Alternatif:
 - a. Desain original : Genteng Karangpilang
 - b. Alternatif 1 : Genteng Primarroof Classic
 - c. Alternatif 2 : Genteng Plentong



Gambar 4.2 Hierarki Keputusan Pekerjaan Atap – Penutup Atap (Genteng)

Setelah menentukan tujuan, kriteria, dan alternatif, dibuat tabel perbandingan berpasangan kriteria untuk menentukan prioritas kriteria. Pemberian bobot pada tabel-tabel berikut didasarkan dari hasil wawancara dengan pihak yang berpengalaman seperti kontraktor dan konsultan.

Tabel 4.30 Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif Pekerjaan Atap-Penutup Atap

	Genteng Primarroof	Genteng Karangpilang	Genteng Plentong
Genteng Primarroof	1,00	7,00	2,00
Genteng Karangpilang	0,14	1,00	2,00
Genteng Plentong	0,50	0,50	1,00
Jumlah	1,64	8,50	5,00

Tabel 4.31 Matriks Nilai Alternatif Pekerjaan Atap-Penutup Atap

	Genteng Primarroof	Genteng Karangpilang	Genteng Plentong	Jumlah	Prioritas
Genteng Primarroof	0,61	0,82	0,40	1,83	0,61
Genteng Karangpilang	0,09	0,12	0,40	0,60	0,20
Genteng Plentong	0,30	0,06	0,20	0,56	0,19

Tabel 4.32 Matriks Penjumlahan Tiap Baris Pekerjaan Atap-Penutup Atap

	Genteng Primarroof	Genteng Karangpilang	Genteng Plentong	Jumlah
Genteng Primarroof	0,61	4,28	1,22	6,11
Genteng Karangpilang	0,03	0,20	0,40	0,63
Genteng Plentong	0,09	0,09	0,19	0,38

Setelah itu, diukur tingkat konsistensinya. Pengukuran ini untuk mengetahui apakah penilaian yang dilakukan sudah konsisten atau belum.

Tabel 4.33 Tabel Perhitungan Rasio Konsistensi Pekerjaan Atap-Penutup Atap

	Jumlah /baris	Prioritas	Hasil
Genteng Primarroof	6,11	0,61	6,72
Genteng Karangpilang	0,63	0,20	0,83
Genteng Plentong	0,38	0,19	0,56

Jumlah dari hasil = 8,12

$n = 3$

$\lambda \text{ maks} = \text{jumlah dari hasil}/n = 2,71$

$CI = (\lambda \text{ maks} - n)/n = (2,71-3)/3 = -0,10$

$CR = CI / IR = -0,10/0,58 = -0,17$

Karena $CR < 10\%$ maka penilaian data benar / konsisten.

Setelah diperoleh hasil konsistensi prioritas alternatif, langkah selanjutnya yaitu menentukan prioritas kriteria masing-masing alternatif. Dengan cara yang sama seperti menentukan prioritas alternatif, maka diperoleh matriks hasil dari prioritas masing-masing kriteria seperti di bawah ini.

Tabel 4.34 Tabel Matriks Hasil Pekerjaan Atap-Penutup Atap

	Genteng Primarroof	Genteng Karangpilang	Genteng Plentong
Prioritas	0,61	0,20	0,19
Keawetan dan kekuatan	1,00	1,00	1,00
Harga material	0,64	0,44	0,64
Keindahan	0,40	0,26	0,40

Untuk menghitung ranking maka berdasarkan tabel diatas untuk kolom kriteria dikalikan kolom prioritas sesuaikan dengan barisnya sehingga diperoleh tabel hasil ranking .

Tabel 4.35 Tabel Hasil Ranking Pekerjaan Atap-Penutup Atap

	Genteng Primarroof	Genteng Karangpilang	Genteng Plentong
Keawetan dan kekuatan	0,61	0,20	0,19
Harga material	0,39	0,09	0,12
Keindahan	0,25	0,05	0,08
Jumlah	1,25	0,34	0,38
Ranking	1,00	3,00	2,00

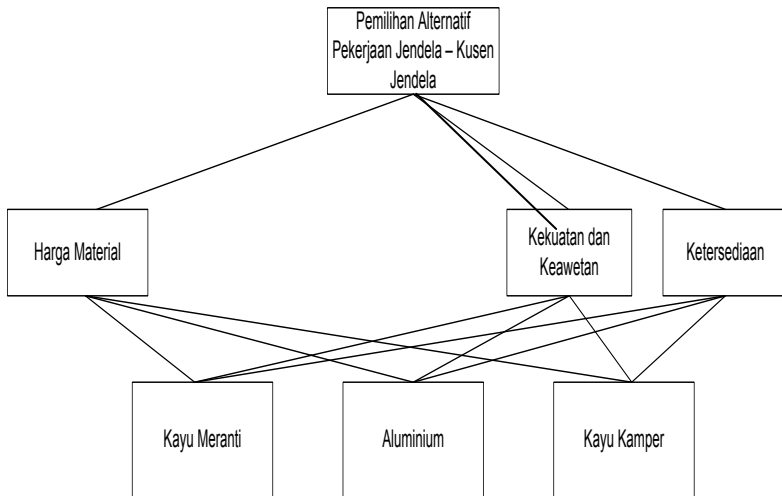
Hasil analisa AHP untuk pekerjaan atap - penutup atap (genteng) adalah :

1. Ranking 1 : Genteng Primarroof Classic
2. Ranking 2 : Genteng Plentong
3. Ranking 3 : Genteng Karangpilang

4.3.3.2 AHP Pekerjaan Jendela – Kusen Jendela

Tahap awal proses AHP adalah menentukan tujuan, kriteria, dan alternatif yaitu :

1. Tujuan : Pemilihan Alternatif Pekerjaan Jendela – Kusen Jendela
2. Kriteria : harga material (A), keawetan dan kekuatan (B), dan ketersediaan (C)
3. Alternatif:
 - a. Desain original : Kusen Aluminium
 - b. Alternatif 1 : Kayu Meranti
 - c. Alternatif 2 : Kayu Kamper



Gambar 4.3 Hierarki Keputusan Pekerjaan Jendela – Kusen Jendela

Setelah menentukan tujuan, kriteria, dan alternatif, dibuat tabel perbandingan berpasangan kriteria untuk menentukan prioritas kriteria. Pemberian bobot pada tabel-tabel berikut didasarkan dari hasil wawancara dengan pihak yang berpengalaman seperti kontraktor dan konsultan.

Tabel 4.36 Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif Pekerjaan Jendela – Kusen Jendela

	Kayu meranti	Aluminium	Kayu Kamper
Kayu meranti	1,00	2,00	2,00
Aluminium	0,50	1,00	3,00
Kayu Kamper	0,50	0,33	1,00
Jumlah	2,00	3,33	6,00

Tabel 4.37 Matriks Nilai Alternatif Pekerjaan Jendela – Kusen Jendela

	Kayu meranti	Aluminium	Kayu Kamper	Jumlah	Prioritas
Kayu meranti	0,50	0,60	0,33	1,43	0,48
Aluminium	0,25	0,30	0,50	1,05	0,35
Kayu Kamper	0,25	0,10	0,17	0,52	0,17

Tabel 4.38 Matriks Penjumlahan Tiap Baris Pekerjaan Jendela – Kusen Jendela

	Kayu meranti	Aluminium	Kayu Kamper	Jumlah
Kayu meranti	0,48	0,96	0,96	2,39
Aluminium	0,18	0,35	1,05	1,58
Kayu Kamper	0,09	0,06	0,17	0,32

Setelah itu, diukur tingkat konsistensinya. Pengukuran ini untuk mengetahui apakah penilaian yang dilakukan sudah konsisten atau belum.

Tabel 4.39 Tabel Perhitungan Rasio Konsistensi Pekerjaan Jendela – Kusen Jendela

	Jumlah /baris	Prioritas	Hasil
Kayu meranti	2,39	0,48	2,87
Aluminium	1,58	0,35	1,93
Kayu Kamper	0,32	0,17	0,49

Jumlah dari hasil = 5,28

$n = 3$

$\lambda \text{ maks} = \text{jumlah dari hasil}/n = 1,76$

$CI = (\lambda \text{ maks} - n)/n = (1,76-3)/3 = -0,41$

$CR = CI / IR = -0,41/0,58 = -0,71$

Karena $CR < 10\%$ maka penilaian data benar / konsisten.

Setelah diperoleh hasil konsistensi prioritas alternatif, langkah selanjutnya yaitu menentukan prioritas kriteria masing-masing alternatif. Dengan cara yang sama seperti menentukan prioritas alternatif, maka diperoleh matriks hasil dari prioritas masing-masing kriteria seperti di bawah ini.

Tabel 4.40 Tabel Matriks Hasil Pekerjaan Jendela – Kusen Jendela

	Kayu meranti	Aluminium	Kayu Kamper
Prioritas	0,48	0,35	0,17
Harga material	1,00	1,00	1,00
Keawetan dan kekuatan	0,73	0,46	0,51
Ketersediaan barang	0,36	0,33	0,23

Untuk menghitung ranking maka berdasarkan tabel diatas untuk kolom kriteria dikalikan kolom prioritas sesuaikan dengan barisnya sehingga diperoleh tabel hasil ranking .

Tabel 4.41 Tabel Hasil Ranking Pekerjaan Jendela – Kusen Jendela

	Kayu meranti	Aluminium	Kayu Kamper
Harga material	0,48	0,35	0,17
Keawetan dan kekuatan	0,35	0,16	0,09
Ketersediaan barang	0,17	0,11	0,04
Jumlah	1,00	0,63	0,30
Ranking	1,00	2,00	3,00

Hasil analisa AHP untuk pekerjaan atap - penutup atap (genteng) adalah :

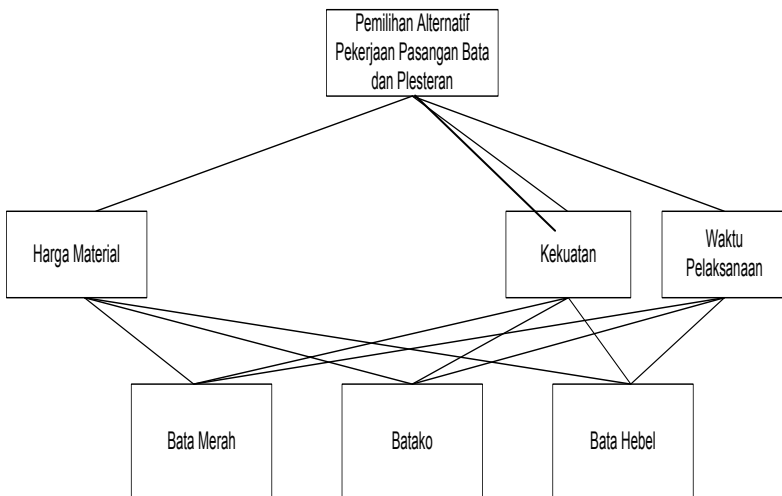
1. Ranking 1 : Kayu Meranti

2. Ranking 2 : Aluminium
3. Ranking 3 : Kayu Kamper

4.3.3.3 AHP Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran

Tahap awal proses AHP adalah menentukan tujuan, kriteria, dan alternatif yaitu :

1. Tujuan : Pemilihan Alternatif Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran
2. Kriteria : harga material (A), kekuatan (B), dan Waktu pelaksanaan (C)
3. Alternatif:
 - a. Desain original : Bata Merah
 - b. Alternatif 1 : Batako
 - c. Alternatif 2 : Bata Hebel



Gambar 4.4 Hierarki Keputusan Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran

Setelah menentukan tujuan, kriteria, dan alternatif, dibuat tabel perbandingan berpasangan kriteria untuk menentukan prioritas kriteria. Pemberian bobot pada tabel-tabel berikut didasarkan dari hasil wawancara dengan pihak yang berpengalaman seperti kontraktor dan konsultan.

Tabel 4.42 Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran

	Batako	Bata Merah	Bata Ringan
Batako	1,00	5,00	2,00
Bata Merah	0,20	1,00	2,00
Bata Ringan	0,50	0,50	1,00
Jumlah	1,70	6,50	5,00

Tabel 4.43 Matriks Nilai Alternatif Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran

	Batako	Bata Merah	Bata Ringan	Jumlah	Prioritas
Batako	0,59	0,77	0,40	1,76	0,59
Bata Merah	0,12	0,15	0,40	0,67	0,22
Bata Ringan	0,29	0,08	0,20	0,57	0,19

Tabel 4.44 Matriks Penjumlahan Tiap Baris Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran

	Batako	Bata Merah	Bata Ringan	Jumlah
Batako	0,59	2,93	1,17	4,69
Bata Merah	0,04	0,22	0,45	0,72
Bata Ringan	0,10	0,10	0,19	0,38

Setelah itu, diukur tingkat konsistensinya. Pengukuran ini untuk mengetahui apakah penilaian yang dilakukan sudah konsisten atau belum.

Tabel 4.45 Tabel Perhitungan Rasio Konsistensi Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran

	Jumlah /baris	Prioritas	Hasil
Batako	4,69	0,59	5,27
Bata Merah	0,72	0,22	0,94
Bata Ringan	0,38	0,19	0,57

Jumlah dari hasil = 6,78

$n = 3$

$\lambda \text{ maks} = \text{jumlah dari hasil}/n = 2,26$

$CI = (\lambda \text{ maks} - n)/n = (2,26-3)/3 = -0,25$

$CR = CI / IR = -0,25/0,58 = -0,42$

Karena $CR < 10\%$ maka penilaian data benar / konsisten.

Setelah diperoleh hasil konsistensi prioritas alternatif, langkah selanjutnya yaitu menentukan prioritas kriteria masing-masing alternatif. Dengan cara yang sama seperti menentukan prioritas alternatif, maka diperoleh matriks hasil dari prioritas masing-masing kriteria seperti di bawah ini.

Tabel 4.46 Tabel Matriks Hasil Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran

	Batako	Bata Merah	Bata Ringan
Prioritas	0,59	0,22	0,19
Harga	1,00	1,00	1,00
Waktu Pelaksanaan	0,73	0,46	0,51
Kuat	0,36	0,33	0,23

Untuk menghitung ranking maka berdasarkan tabel diatas untuk kolom kriteria dikalikan kolom prioritas sesuaikan dengan barisnya sehingga diperoleh tabel hasil ranking .

Tabel 4.47 Tabel Hasil Ranking Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran

	Batako	Bata Merah	Bata Ringan
Harga	0,59	0,22	0,19
Waktu Pelaksanaan	0,43	0,10	0,10
Kuat	0,21	0,07	0,04
Jumlah	1,23	0,40	0,33
Ranking	1,00	2,00	3,00

Hasil analisa AHP untuk pekerjaan atap - penutup atap (genteng) adalah :

1. Ranking 1 : Batako
2. Ranking 2 : Bata Merah
3. Ranking 3 : Bata Ringan

4.4. Tahap Rekomendasi

Tahap ini bertujuan untuk menyajikan hasil analisa dari rekayasa nilai yang telah dilakukan. Penyajian yang baik akan dapat memberikan pemahaman yang baik agar dapat diambil keputusan yang tepat. Sehingga perlu ditampilkan usulan terbaik hasil rekayasa nilai beserta dasar pertimbangan dan besarnya penghematan biaya yang dapat dicapai. Besarnya penghematan biaya didapat dari perhitungan life cycle cost masing-masing alternatif dalam masing-masing item pekerjaan

Tabel 4.48 Rekomendasi Pekerjaan Atap – Penutup Atap
(Genteng)

Tahap Rekomendasi	
Item	Pekerjaan Atap-Penutup Genteng
Fungsi	Menutupi Bangunan
Desain Awal	Genteng Karangpilang
Usulan	Genteng Primarroof Classic
Penghematan	Penghematan dari segi biaya konstruksi adalah Rp24.013.150,00 Penghematan dari segi perhitungan LCC adalah Rp34.696.729,31.
Dasar Pertimbangan	-berdasarkan analisa rekayasa nilai (pengambilan keputusan dengan metode AHP)
	-aman secara struktur

Berdasarkan tabel di atas persentase besar penghematan dari desain awal diganti dengan desain baru diperoleh besar penghematan dari segi biaya konstruksi adalah 35% dan dari segi perhitungan LCC adalah 37%

Tabel 4.49 Rekomendasi Pekerjaan Jendela – Kusen jendela

Tahap Rekomendasi	
Item	Pekerjaan Jendela - Kusen Jendela
Fungsi	Menyangga Daun Jendela
Desain Awal	Kusen Aluminium
Usulan	Kusen kayu Meranti
Penghematan	Tidak ada penghematan
Dasar Pertimbangan	-berdasarkan analisa rekayasa nilai
	-aman secara struktur

Berdasarkan tabel di atas pergantian dari desain awal dengan desain baru tidak ada penghematan namun dari segi pemasangan akan lebih mudah dan bisa disesuaikan sedangkan desain awal ukuran dan jenisnya disesuaikan dari pabrik dan pemasangannya pun harus orang yang ahli. Pemilihan kayu meranti dibandingkan kayu kamper karena dari segi keawetannya kayu meranti jauh lebih awet.

Tabel 4.50 Rekomendasi Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran

Tahap Rekomendasi	
Item	Pekerjaan Pasangan Bata dan Plesteran
Fungsi	Membatasi Ruang
Desain Awal	Bata Merah
Usulan	Batako
Penghematan	Penghematan dari segi biaya konstruksi adalah Rp31.599.542,06 Penghematan dari segi perhitungan LCC adalah Rp 13.286.050,047 (1,995%)
Dasar Pertimbangan	-berdasarkan analisa rekayasa nilai (pemilihan alternatif dengan menggunakan metode AHP)
	-aman secara struktur (beratnya lebih ringan dari desain awal)

Berdasarkan tabel di atas persentase besar penghematan dari desain awal diganti dengan desain baru diperoleh besar penghematan dari segi biaya konstruksi adalah 4,745% dan dari segi perhitungan LCC adalah 1,995%

(“Halaman ini sengaja dikosongkan”)

LAMPIRAN 1

RENCANA ANGGARAN BIAYA

**PEMBANGUNAN GEDUNG PERPUSTAKAAN, AUDITORIUM DAN SEKRETARIAT
LEMBAGA KEMAHASISWAAN FAKULTAS ILMU PENDIDIKAN (TAHAP III)
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA**

NO.	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
1	2	3	4	5
I.	<u>PEKERJAAN PENDAHULUAN</u>			
1	Pekerjaan persiapan	1,00 ls	100.000,00	100.000,00
2	Pengukuran uitzet	1,00 ls	450.000,00	450.000,00
3	Air kerja.	1,00 ls	500.000,00	500.000,00
4	Listrik kerja	1,00 ls	1.500.000,00	1.500.000,00
5	Kebersihan akhir	1,00 ls	1.500.000,00	1.500.000,00
	JUMLAH			4.050.000,00
A	<u>FINISHING LANTAI</u>			
I	<u>PEKERJAAN PASANGAN DAN PLESTERAN.</u>			
1	Pasangan Batu bata.	775,72 m2	65.630,00	50.910.503,60
2	Plesteran dan acian	1.551,44 m2	37.760,00	58.582.374,40
3	Plesteran dan acian beton.	1.543,41 m2	37.760,00	58.279.161,60
4	Benangan	4.731,00 m1	12.500,00	59.137.500,00
5	Pasangan batu kali untuk penahan tanah	26,00 m3	395.740,00	10.289.240,00
	JUMLAH			237.198.779,60
II	<u>PEKERJAAN KERAMIK LANTAI DAN DINDING.</u>			
1	Urugan sirtu bawah lantai	139,43 m3	101.100,00	14.095.867,50
2	Cor rabatan bawah keramik	92,95 m3	484.160,00	45.002.672,00
3	Pasangan Keramik lantai	884,50 m2	121.660,00	107.608.270,00
4	Pasangan Keramik dinding KM/WC.	113,00 m2	133.430,00	15.077.590,00
5	Pasangan Keramik lantai KM/WC.	45,00 m2	119.760,00	5.389.200,00
6	Pasangan Keramik lantai tangga	121,00 m2	121.660,00	14.720.860,00
	JUMLAH			201.894.459,50
III	<u>PEKERJAAN PLAFOND</u>			
1	Plafond di ruang KM/ WC.	45,00 m2	95.000,00	4.275.000,00

IV	<u>PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA.</u>				
		JUMLAH			4.275.000,00
		1	Kusen aluminium	372,00 m1	96.500,00 35.898.000,00
		2	Daun pintu	19,32 m2	293.860,00 5.677.375,20
		3	Daun jendela	41,85 m2	399.250,00 16.709.730,40
		4	Kaca 5 mm	105,32 m2	99.400,00 10.468.808,00
		5	Engsel 4 "	15,00 set	83.870,00 1.258.050,00
		6	Engsel 3 "	52,00 set	68.870,00 3.581.240,00
		7	Handle pintu	10,00 set	190.120,00 1.901.200,00
V	<u>PEKERJAAN PENGECATAN.</u>	8	Hak angin jendela	52,00 set	48.870,00 2.541.240,00
		9	Grendel jendela	52,00 set	23.870,00 1.241.240,00
		10	Pintu PVC KM/WC	6,00 set	370.750,00 2.224.500,00
		JUMLAH			81.501.383,60
		1	Cat dinding luar	438,50 m2	13.060,00 5.726.810,00
		2	Cat dinding dalam	483,00 m2	13.060,00 6.307.980,00
		3	Cat plafon	1.045,00 m2	13.060,00 13.647.700,00
		4	Cat daun pintu	44,00 m2	6.740,00 296.560,00
		JUMLAH			25.979.050,00
VI	<u>PEKERJAAN SANITASI.</u>				
		1	Pipa PVC 4 "	286,00 m1	62.710,00 17.935.060,00
		2	Pipa PVC 3/4"	61,00 m1	48.630,00 2.966.430,00
		3	Pipa 1/2"	27,00 m1	48.630,00 1.313.010,00
		4	Closed duduk	6,00 bh	1.058.250,00 6.349.500,00
		5	Wastafel	4,00 bh	770.200,00 3.080.800,00
		6	Urinoir	2,00 bh	900.000,00 1.800.000,00
		7	Bak mandi	6,00 bh	500.000,00 3.000.000,00
		8	Kran dinding	10,00 bh	149.400,00 1.494.000,00
		9	Ovour	7,00 bh	21.010,00 147.070,00
VII	<u>PEKERJAAN LISTRIK.</u>	10	Septik tang dan resapan	1,00 set	4.865.000,00 4.865.000,00
		JUMLAH			42.950.870,00
		1	Instalasi penerangan	139,00 titik	322.000,00 44.758.000,00
		2	Instalasi stop kontak	36,00 titik	42.950,00 1.546.200,00

VIII	3	Sekakelar seri	55,00	bh	46.950,00	2.582.250,00
	4	Sekakelar engkel	6,00	bh	46.950,00	281.700,00
	5	Sekakelar hotel	2,00	bh	46.950,00	93.900,00
	6	Stop kontak	36,00	bh	46.950,00	1.690.200,00
	7	Lampu	139,00	set	125.000,00	17.375.000,00
	8	Box sekering	1,00	set	495.750,00	495.750,00
	JUMLAH				68.823.000,00	
	PEKERJAAN LAIN - LAIN.					
	1	Railling tangga	70,00	m1	500.000,00	35.000.000,00
	2	Galian tanah untuk Jalan Paving	27,50	m3		-
3	Pengurukan Sirtu	124,00	m3		-	
4	Pasangan Paving tebal 6 cm	387,00	m2		-	
5	Penghalang jembatan	0,60	m3	5.101.050,00	3.060.630,00	
6	Pasangan Beton kotak 80 x 80 x 8 ml	8,44	m3	5.101.050,00	43.052.862,00	
JUMLAH				81.113.492,00		
B	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI II.					
I	PEKERJAAN BETON					
1	Kolom 45 x 45	27,31	m3	3.941.800,00	107.630.849,00	
2	Kolom luar 30 x 30	13,98	m3	4.674.150,00	65.344.617,00	
3	Kolom 12 x 12	3,23	m3	3.899.990,00	12.596.967,70	
4	Balok induk 30 x 45	78,10	m3	3.625.170,00	283.125.777,00	
5	Balok anak 25 x 40	7,90	m3	5.682.640,00	44.892.856,00	
6	Lisplang beton tebal 10 cm.	10,92	m3	6.549.370,00	71.519.120,40	
7	Plat beton tebal 12 cm	108,81	m3	4.689.120,00	510.223.147,20	
8	Balok latai	0,96	m3	6.036.380,00	5.794.924,80	
9	Ring balok	1,13	m3	6.036.380,00	6.821.109,40	
10	Beton tangga komplit	14,10	m3	6.806.860,00	95.976.726,00	
JUMLAH				1.203.926.094,50		
C	PEKERJAAN FINISHING LANTAI II.					
I	PEKERJAAN SANITASI.					
1	Pipa PVC 4 "	80,00	m1		-	
2	Pipa PVC 3"	72,20	m1		-	
JUMLAH				-		
D	PEKERJAAN STRUKTURE LANTAI III.					

I	<u>PEKERJAAN BETON</u>				
	1 Kolom 45 x 45	13,44	m3	3.941.800,00	52.977.792,00
	2 Kolom luar 30 x 30	12,85	m3	4.674.150,00	60.062.827,50
	3 Kolom 12 x 12	3,23	m3	3.899.990,00	12.596.967,70
	4 Balok induk 30 x 45	18,00	m3	3.625.170,00	65.253.060,00
	5 Balok anak 25 x 40	7,00	m3	5.682.640,00	39.778.480,00
	6 Lisplang beton tebal 10 cm.	12,33	m3	6.549.370,00	80.753.732,10
	7 Plat beton tebal 10 cm	36,17	m3	4.689.120,00	169.605.470,40
	8 Balok lantai	0,96	m3	6.036.380,00	5.794.924,80
	9 Ring balok	1,13	m3	6.036.380,00	6.821.109,40
	10 Beton tangga komplit	14,10	m3	6.806.860,00	95.976.726,00
	JUMLAH				589.621.089,90
E	<u>PEKERJAAN FINISHING LANTAI III.</u>				
I	<u>PEKERJAAN SANITASI.</u>				
	1 Pipa PVC 4 "	92,00	m1		-
	2 Pipa PVC 3"	89,00	m1		-
	JUMLAH				-
III	<u>PEKERJAAN PAPAN NAMA.</u>				
	1 Pasangan batu bata	28,00	m2		-
	2 Kolom	1,26	m3	4.674.150,00	5.889.429,00
	3 Ring balok	0,24	m3	4.674.150,00	1.121.796,00
	4 Plesteran	48,00	m2		-
	5 Benangan	60,00	m1		-
	6 Pasangan batu Nama dan logo " Fakultas Ilmu Pendidikan "	32,00	m2		-
	7	1,00	ls		-
	JUMLAH				7.011.225,00
	J U M L A H T O T A L				2.548.344.444,10

RENCANA ANGGARAN BIAYA (TAHAP IV)

NO.	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
1	2	3	4	5
A. I	<u>PEK. PENDAHULUAN</u>			
1	Pekerjaan persiapan dan pembersihan	1,00 ls	450.000,00	450.000,00
2	Pengukuran uitzet	1,00 ls	450.000,00	450.000,00
3	Air kerja.	1,00 ls	500.000,00	500.000,00
4	mob + demobilisasi	1,00 ls	2.500.000,00	2.500.000,00
	JUMLAH			3.900.000,00
B	<u>LANTAI II.</u>			
I	<u>PEK. PASANGAN & PLESTERAN.</u>			
1	Pas. Batu bata.	867,00 m2	67.640,00	58.643.880,00
2	Plesteran + acian	1.734,14 m2	37.250,00	64.596.715,00
3	Plesteran + acian beton.	1.522,41 m2	37.250,00	56.709.772,50
4	Benangan	4.913,70 m1	12.500,00	61.421.250,00
	JUMLAH			241.371.617,50
II	<u>PEK. KERAMIK LANTAI DAN DINDING.</u>			
1	Pas. Keramik lantai	884,50 m2	129.110,00	114.197.795,00
2	Pas. Keramik dinding KM/WC.	113,00 m2	139.550,00	15.769.150,00
3	Pas. Keramik lantai KM/WC.	45,00 m2	125.040,00	5.626.800,00
4	Pas. Keramik lantai tangga	121,00 m2	129.110,00	15.622.310,00
5	Pas. Keramik lantai tangga kursi roda	66,00 m2	129.110,00	8.521.260,00
	JUMLAH			151.216.055,00
III	<u>PEK. PLAFON.</u>			
1	Plafon di ruang KM/ WC.	45,00 m2	99.380,00	4.472.100,00
2	List Plafon Gypsum 10 cm lantai I.	1.440,00 m1	17.500,00	25.200.000,00
3	List Plafon Gypsum 10 cm lantai II.	1.440,00	17.500,00	25.200.000,00
	JUMLAH			54.872.100,00
IV	<u>PEK. PINTU dan JENDELA.</u>			
1	Kusen aluminium	372,00 m1	75.100,00	27.937.200,00
2	Daun pintu	19,32 m2	260.950,00	5.041.554,00
3	Daun jendela	41,85 m2	317.850,00	13.302.912,48
4	Kaca 5 mm	105,32 m2	97.960,00	10.317.147,20
5	Engsel 4 "	15,00 set	63.250,00	948.750,00
6	engsel 3 "	52,00 set	63.250,00	3.289.000,00
7	Handle pintu	10,00 set	163.870,00	1.638.700,00
8	Hak angin jendela	52,00 set	38.250,00	1.989.000,00
9	Grendel jendela	52,00 set	17.750,00	923.000,00
10	Pintu PVC KM/WC	6,00 set	269.350,00	1.616.100,00
	JUMLAH			67.003.363,68
V	<u>PEK. PENGECATAN.</u>			

1	cat dinding luar	438,50	m2	12.710,00	5.573.335,00
2	Cat dinding dalam	483,00	m2	12.710,00	6.138.930,00
3	Cat plafon	1.045,00	m2	12.710,00	13.281.950,00
4	Cat daun pintu	44,00	m2	6.730,00	296.120,00
Jumlah					25.290.335,00
VI	PEK. SANITASI.				
1	Pipa PVC 4 "	70,00	m1	62.300,00	4.361.000,00
2	Pipa PVC 3 "	216,00	m1	53.890,00	11.640.240,00
3	Pipa PVC 3/4"	61,00	m1	48.220,00	2.941.420,00
4	Pipa 1/2"	27,00	m1	48.220,00	1.301.940,00
5	Closed duduk	6,00	bh	925.000,00	5.550.000,00
6	Wastafel	4,00	bh	672.200,00	2.688.800,00
7	Urinoir	2,00	bh	900.000,00	1.800.000,00
8	bak mandi	6,00	bh	500.000,00	3.000.000,00
9	Kran dinding	10,00	bh	148.500,00	1.485.000,00
10	Ovour	7,00	bh	20.850,00	145.950,00
Jumlah					34.914.350,00
VII	PEK. LISTRIK.				
1	Instalasi penerangan	123,00	titi k	189.750,00	23.339.250,00
2	Instalasi stop kontak	40,00	titi k	35.050,00	1.402.000,00
3	Sekakelar seri	55,00	bh	35.050,00	1.927.750,00
4	Sekaelar engkel	13,00	bh	35.050,00	455.650,00
5	sekelar hotel	2,00	bh	35.050,00	70.100,00
6	stop kontak	40,00	bh	35.050,00	1.402.000,00
7	Lampu	123,00	set	125.000,00	15.375.000,00
8	Box sekering	1,00	set	334.750,00	334.750,00
9	Kabel Power dari lantai I ke lantai II	20,00	m1	150.000,00	3.000.000,00
Jumlah					47.306.500,00
VII I	LAIN - LAIN.				
1	Railling tangga + Balkon	181,56	m1	750.000,00	136.170.000,00
Jumlah					136.170.000,00
C	LANTAI III.				
I	PEK. PASANGAN & PLESTERAN.				
1	Pas. Batu bata.	907,60	m2	67.640,00	61.390.064,00
2	Plesteran + acian	1.815,34	m2	37.250,00	67.621.415,00
3	Plesteran + bacian beton.	858,41	m2	37.250,00	31.975.772,50
4	Benangan	2.111,00	m1	12.500,00	26.387.500,00
Jumlah					187.374.751,50
II	PEK. KERAMIK LANTAI DAN KERAMIK DINDING.				
1	Pas. Keramik lantai uk. 40 x 40	608,00	m2	129.110,00	78.498.880,00
2	Pas. Keramik lantai decoratife 40 x 40	175,00	m2	129.110,00	22.594.250,00
3	Pas. Keramik dinding KM/WC.	113,00	m2	139.550,00	15.769.150,00

4	Pas. Keramik lantai KM/WC.	45,00	m2	125.040,00	5.626.800,00
5	Pas. Keramik lantai tangga kursi roda	66,00	m2	129.110,00	8.521.260,00
		JUMLAH			131.010.340,00
III	<u>PEK. PLAFON.</u>				
1	Plafon rangka hollow + calsoboard 6 mm	831,60	m2	131.540,00	109.388.664,00
2	List plafon gypsum 10 cm	720,00		17.500,00	12.600.000,00
		JUMLAH			121.988.664,00
IV	<u>PEK. PINTU dan JENDELA.</u>				
1	Kusen aluminium	372,00	m1	75.100,00	27.937.200,00
2	Daun pintu	20,50	m2	260.950,00	5.348.431,20
3	Daun jendela	45,66	m2	317.850,00	14.512.268,16
4	Kaca 5 mm	112,82	m2	97.960,00	11.051.847,20
5	Engsel 4 "	12,00	set	63.250,00	759.000,00
6	engsel 3 "	48,00	set	63.250,00	3.036.000,00
7	Handle pintu	8,00	set	163.870,00	1.310.960,00
8	Hak angin jendela	48,00	set	38.250,00	1.836.000,00
9	Grendel jendela	48,00	set	17.750,00	852.000,00
10	Pintu PVC KM/WC	6,00	set	269.350,00	1.616.100,00
11	Partisi lipat (2 x 18 m)				
	- Rangka partisi metal hollow 40 x 40 mm	212,40	m2	105.410,00	22.389.084,00
	- Penutup partisi multiplek 6 mm	151,20	m2	34.830,00	5.266.296,00
	- Penutup partisi multiplek 9 mm	136,80	m2	48.400,00	6.621.120,00
	- Pelapis partisi wallpaper	151,20	m2	73.085,00	11.050.452,00
	- Pek. Rel pintu				
	~ Rangka pengantung besi C. 150.65.10.2,3	324,00	kg	16.190,00	5.245.560,00
	~ Dina bolt	38,00	bh	2.500,00	95.000,00
	~ Rel atas	36,00	m'	200.000,00	7.200.000,00
	~ Rel bawah	36,00	m'	190.000,00	6.840.000,00
	~ Roda atas	24,00	bh	50.000,00	1.200.000,00
	~ Roda bawah	24,00	bh	30.000,00	720.000,00
	~ Kunci pintu + handle pintu	2,00	bh	350.000,00	700.000,00
	~ Engsel pintu	69,00	bh	60.000,00	4.140.000,00
	~ Grendel tanam pintu	24,00	set	12.500,00	300.000,00
		JUMLAH			140.027.318,56
V	<u>PEK. PENGECATAN.</u>				
1	cat dinding luar	621,00	m2	12.710,00	7.892.910,00
2	Cat dinding dalam	483,00	m2	12.710,00	6.138.930,00
3	Cat plafon	831,60	m2	12.710,00	10.569.636,00
4	Cat daun pintu	40,99	m2	6.730,00	275.876,16
		JUMLAH			24.877.352,16
VI	<u>PEK. SANITASI.</u>				
1	Pipa PVC 4 "	70,00	m1	62.300,00	4.361.000,00
2	Pipa PVC 3"	216,00	m1	53.890,00	11.640.240,00
3	Pipa PVC 3/4"	46,00	m1	48.220,00	2.218.120,00
4	Pipa 1/2"	27,00	m1	48.220,00	1.301.940,00
5	Closed duduk	6,00	bh	925.000,00	5.550.000,00
6	Wastafel	4,00	bh	672.200,00	2.688.800,00
7	Urinoir	2,00	bh	900.000,00	1.800.000,00
8	bak mandi	6,00	bh	500.000,00	3.000.000,00

9	Kran dinding	10,00	bh	148.500,00	1.485.000,00
10	Ovour	7,00	bh	20.850,00	145.950,00
		JUMLAH			34.191.050,00
VII	<u>PEK. LISTRIK.</u>				
1	Instalasi penerangan	139,00	titi k	189.750,00	26.375.250,00
2	Instalasi stop kontak	40,00	titi k	35.050,00	1.402.000,00
3	Sekakelar seri	55,00	k	35.050,00	1.927.750,00
4	Sekaelar engkel	6,00	bh	35.050,00	210.300,00
5	sekelar hotel	2,00	bh	35.050,00	70.100,00
6	stop kontak	36,00	bh	35.050,00	1.261.800,00
7	Lampu	139,00	set	125.000,00	17.375.000,00
8	Box sekering	1,00	set	334.750,00	334.750,00
9	Kabel Power dari lantai I ke Lantai III	35,00	m1	150.000,00	5.250.000,00
		JUMLAH			54.206.950,00
VII					
I	<u>PEK. ATAP.</u>				
1	WF 250 dan C 150	16.023,20	kg	16.190,00	259.415.608,00
2	Rangka atap baja ringan zinalume	575,00	m2	175.000,00	100.625.000,00
2	Penutup genteng karangpilang	805,00	m2	85.000,00	68.425.000,00
3	Papan listplang wood plang	135,00	m1	75.000,00	10.125.000,00
4	Bubungan genteng	85,00	m1	52.500,00	4.462.500,00
5	Penangkal Petir	1,00	unit	5.000.000,00	5.000.000,00
6	Tandon air 1000 liter	2,00	uni t	1.500.000,00	3.000.000,00
7	Pompa air	1,00	uni t	3.500.000,00	3.500.000,00
		JUMLAH			454.553.108,00
IX	<u>LAIN - LAIN.</u>				
1	Railling tangga + Balkon	181,56	m1	750.000,00	136.170.000,00
		JUMLAH			136.170.000,00
JUMLAH TOTAL					2.046.443.855,40

LAMPIRAN 2 (BROSUR)

PRODUK	SPEKIFIKASI	JUMLAH LEBAR EFEKTIF per m2	TEBAL	WARNA	HARGA	+LAPISAN PEREDAM
Genteng PRIMAROOF						
 CLASSIC 2 susun x 4 daun	2 Susun (2x4 Genteng) (83cm x 88cm)	1 m2 = 1,62 Lembar	0,25mm 0,35mm	Merah Merapi Merah Maroon Biru Bromo Hijau Borneo Coklat Toraja	Rp 28,500 Rp 44,500	
	4 Susun (4x4 Genteng) (88cm x 160cm)	1 m2 = 0,81 Lembar	0,25mm 0,35mm	Merah Merapi Merah Maroon Biru Bromo Hijau Borneo Coklat Toraja	Rp 57,000 Rp 89,000	
 MODERN 2 susun x 4 daun	2 Susun (2x4 Genteng) (82cm x 86cm)	1 m2 = 1,73 Lembar	0,25mm 0,35mm	Merah Merapi Merah Maroon Biru Bromo Hijau Borneo Coklat Toraja	Rp 28,500 Rp 44,500	
	3 Susun (3x4 Genteng) (82cm x 129cm)	1 m2 = 1,15 Lembar	0,25mm 0,35mm	Merah Merapi Merah Maroon Biru Bromo Hijau Borneo Coklat Toraja	Rp 42,750 Rp 66,750	
	4 Susun (4x4 Genteng) (82cm x 129cm)	1 m2 = 0,86 Lembar	0,25mm 0,35mm	Merah Merapi Merah Maroon Biru Bromo Hijau Borneo Coklat Toraja	Rp 57,000 Rp 89,000	

PALENTONG BULAT



Spesifikasi Produk

- Tipe Genteng : Palentong
- Tingkatan Kualitas : Kw-1
- Berat Genteng : 1.5 kg
- Volume per m2 : 25 Biji
- Panjang Genteng : 29 Cm
- Lebar Genteng : 22 Cm
- Panjang Berguna : 22 Cm
- Lebar Berguna : 18 Cm
- Panjang Terkait : 7 Cm
- Lebar Terkait : 4 Cm



PALENTONG PAPAK



Spesifikasi Produk

- Tipe Genteng : Palentong
- Tingkatan Kualitas : Kw-1
- Berat Genteng : 1.5 kg
- Volume per m2 : 25 Biji
- Panjang Genteng : 28 Cm
- Lebar Genteng : 22 Cm
- Panjang Berguna : 22 Cm
- Lebar Berguna : 18 Cm
- Panjang Terkait : 6.5 Cm
- Lebar Terkait : 4 Cm



KODOK



Spesifikasi Produk

- Tipe Genteng : Kodok
- Tingkatan Kualitas : Kw-1
- Berat Genteng : 1.75 kg
- Volume per m2 : 25 Biji
- Panjang Genteng : 27.5 Cm
- Lebar Genteng : 22 Cm
- Panjang Berguna : 22 Cm
- Lebar Berguna : 18 Cm
- Panjang Terkait : 7 Cm
- Lebar Terkait : 4 Cm



MORANDO - Super

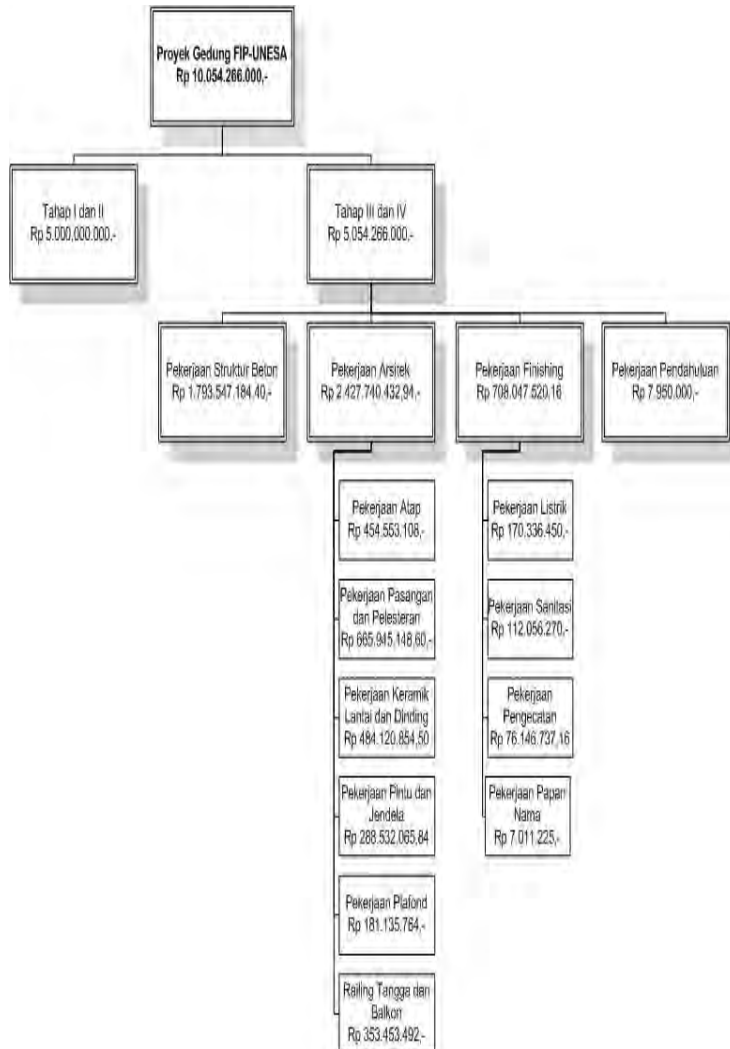


Spesifikasi Produk

- Tipe Genteng : Morando
- Tingkatan Kualitas : Kw-1
- Berat Genteng : 2.00 kg
- Volume per m2 : 18 Biji
- Panjang Genteng : 33 Cm
- Lebar Genteng : 25 Cm
- Panjang Berguna : 26 Cm
- Lebar Berguna : 22 Cm
- Panjang Terkait : 8 Cm
- Lebar Terkait : 5 Cm

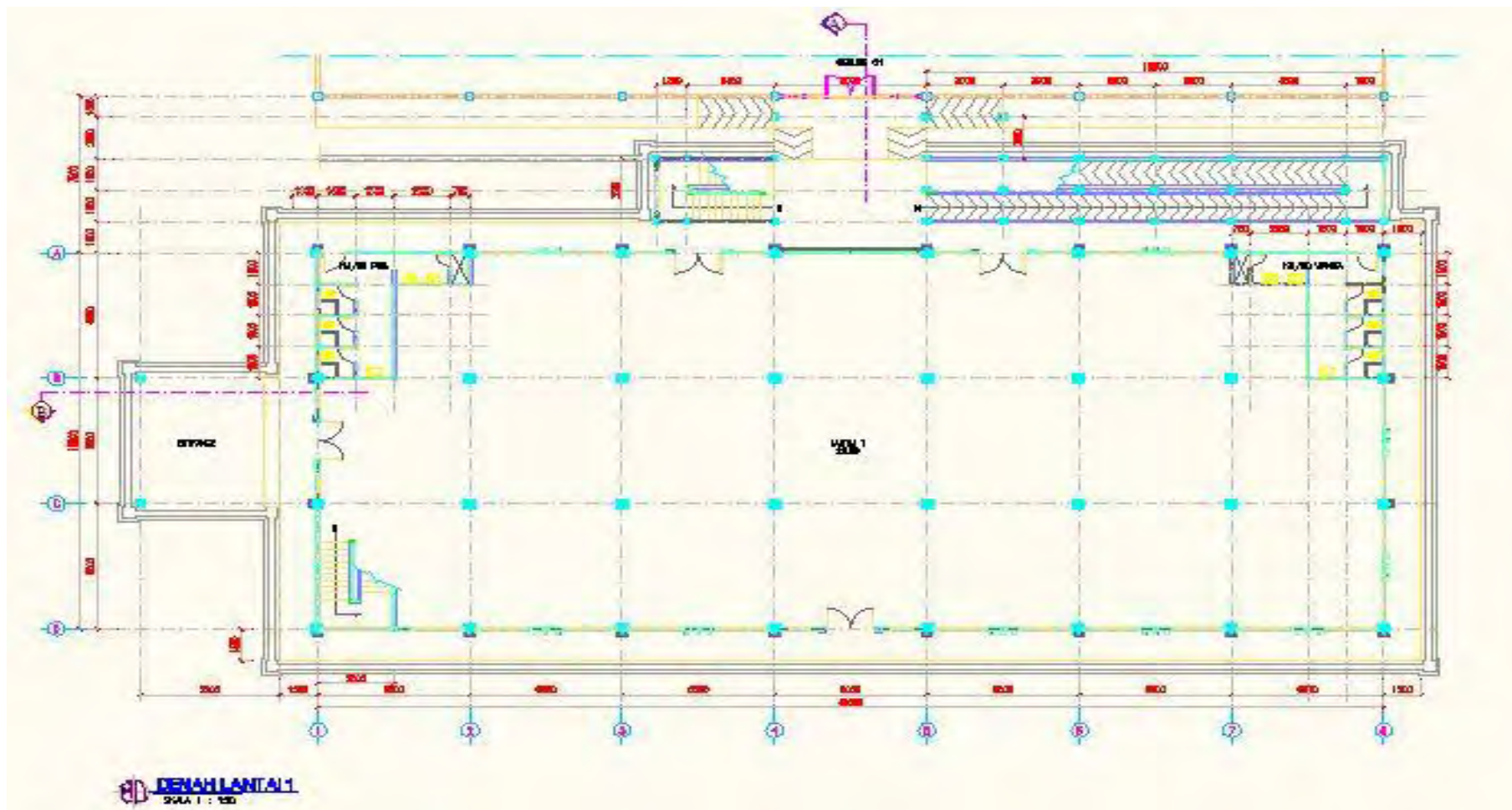


LAMPIRAN 3 (Cost Model)

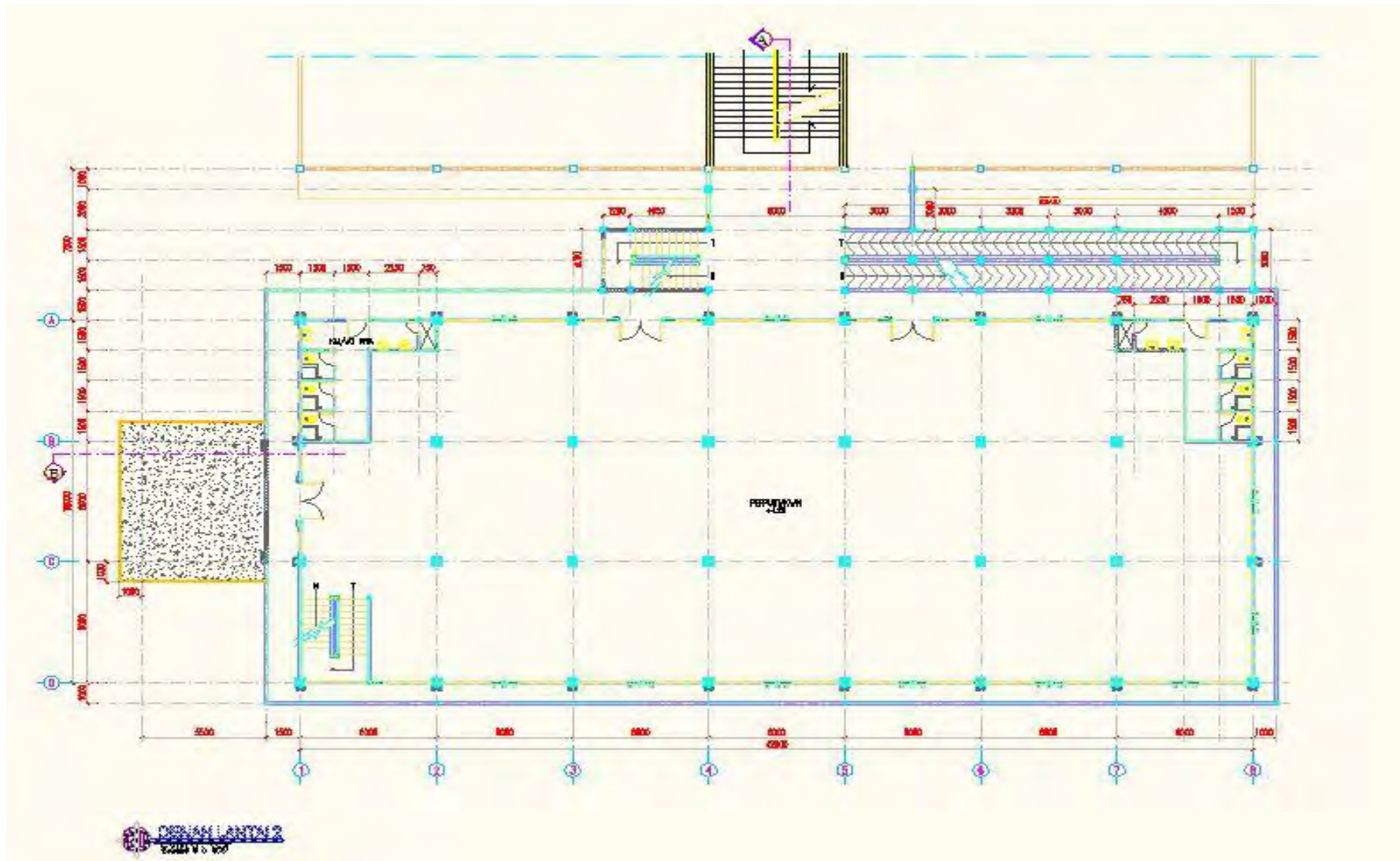


(Halaman ini sengaja dikosongkan)

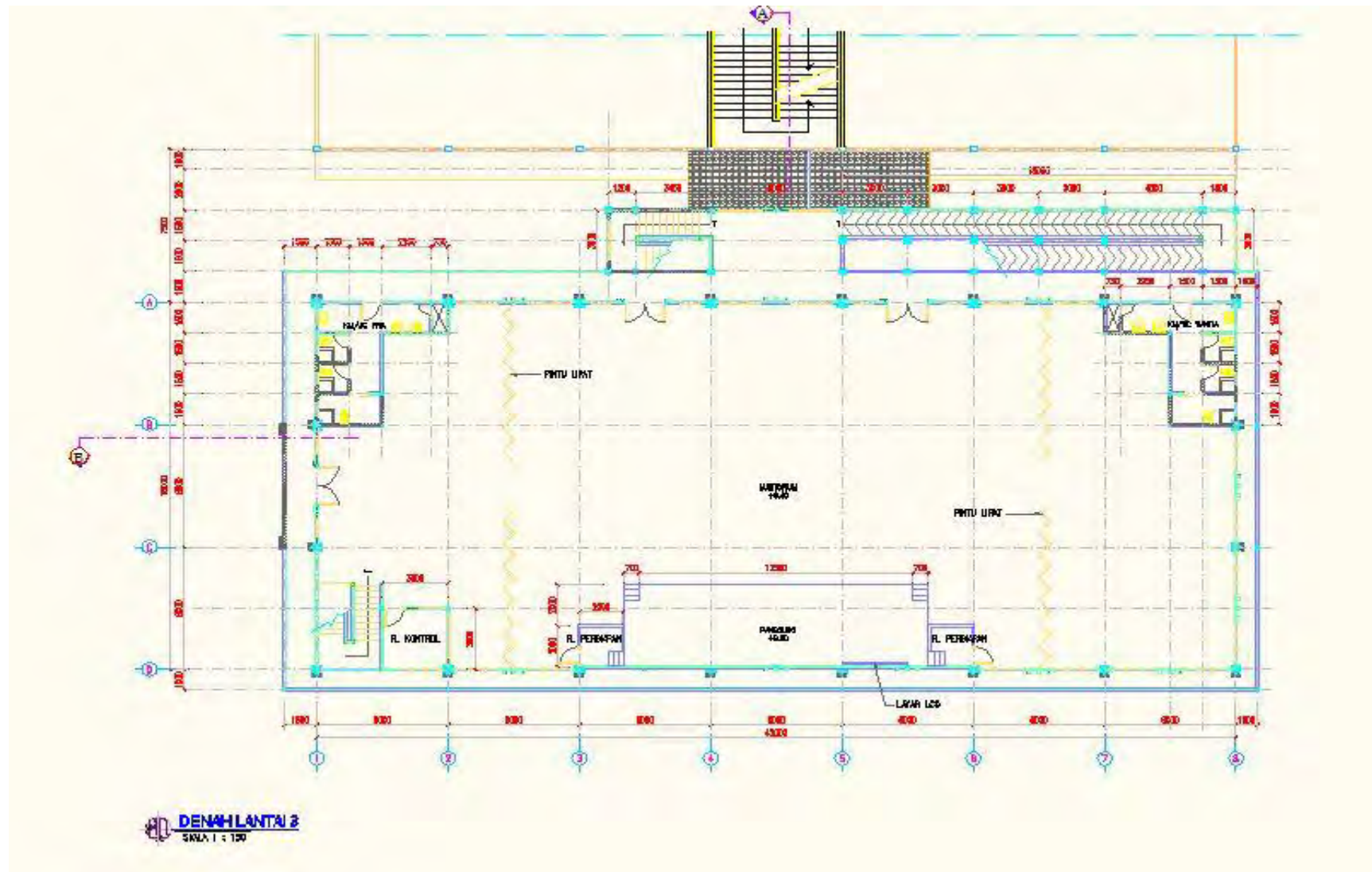
LAMPIRAN 4 (GAMBAR PROYEK)



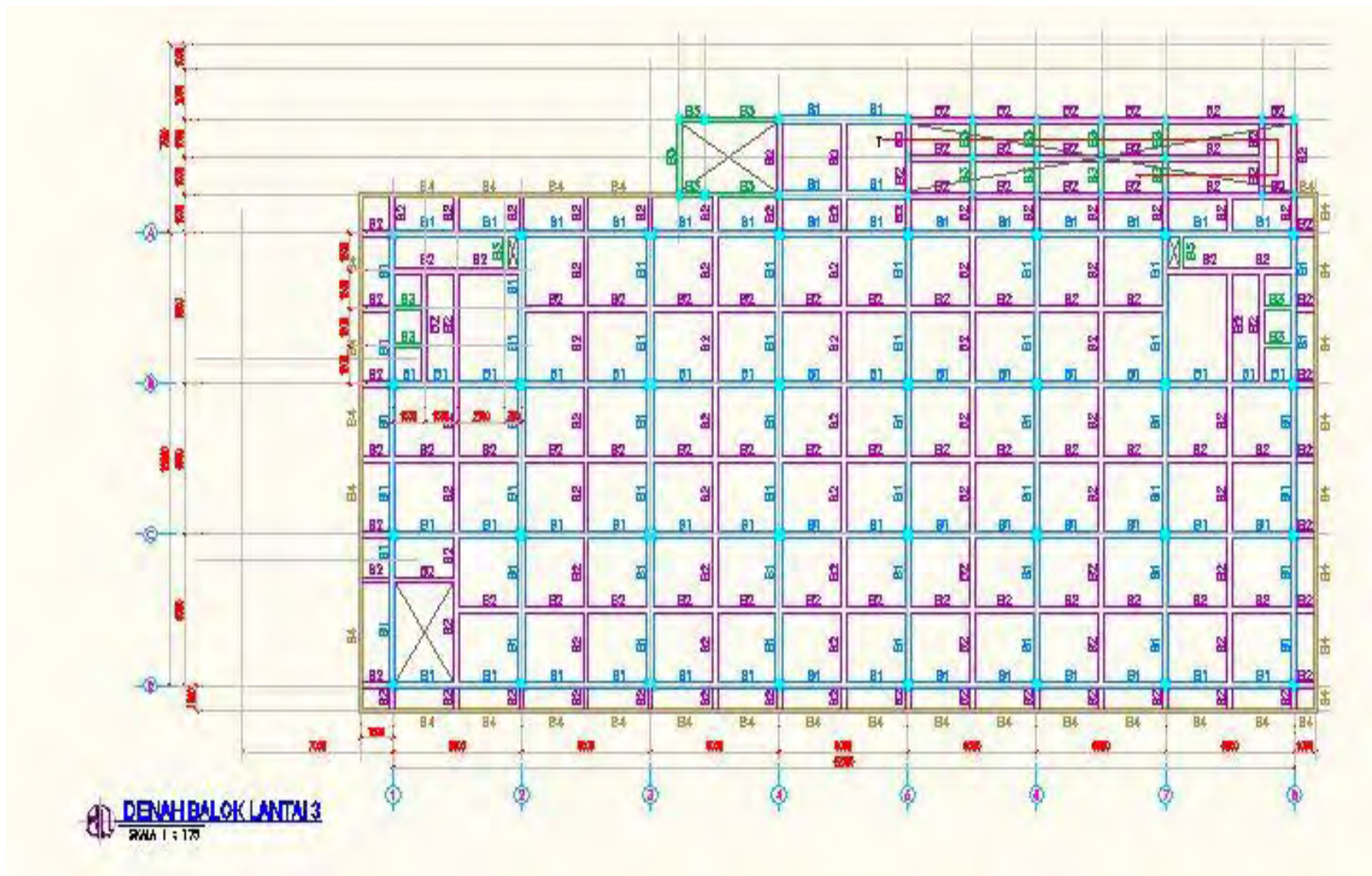
Sumber : CV Bhakti Persada



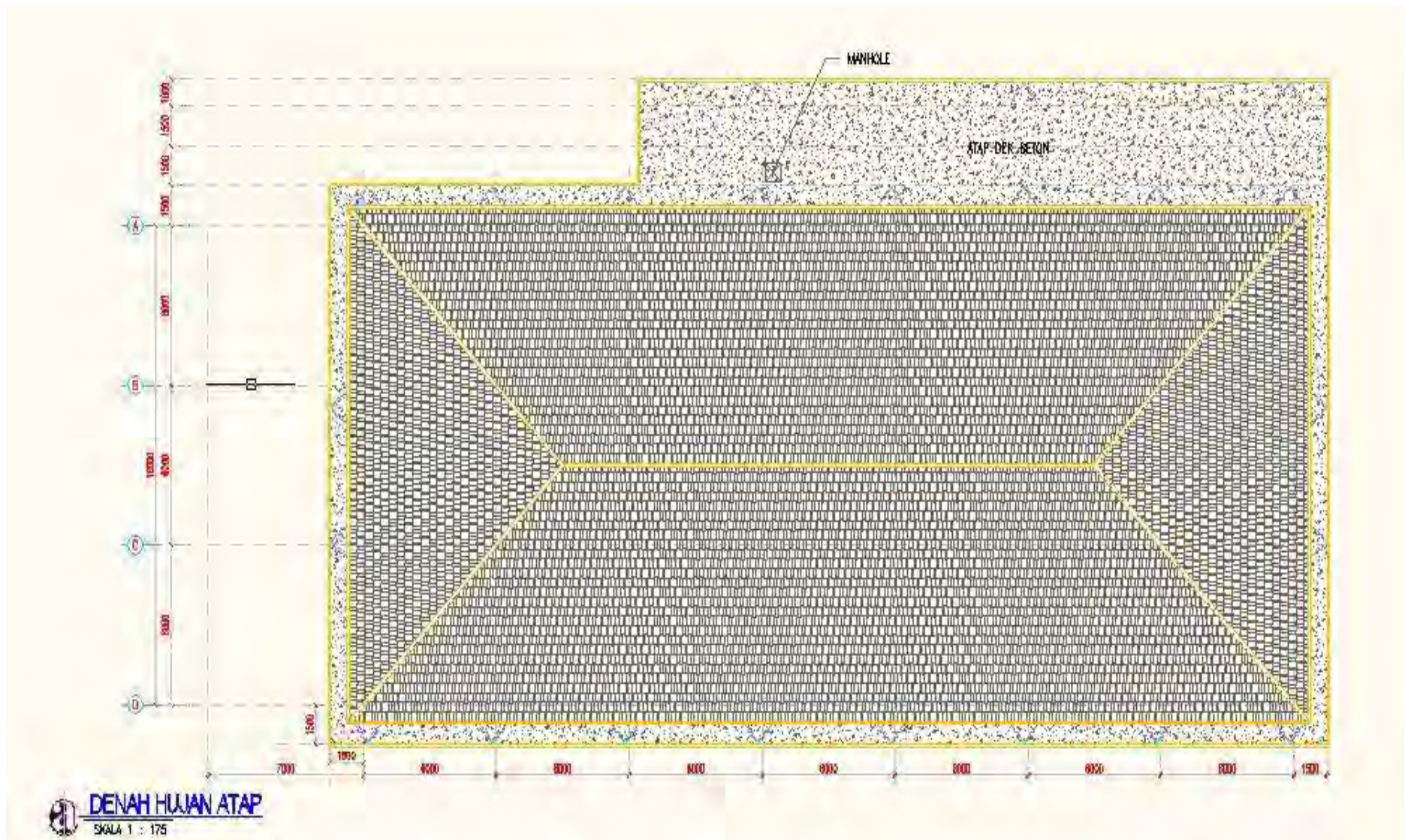
Sumber : CV Bhakti Persada



Sumber : CV Bhakti Persada



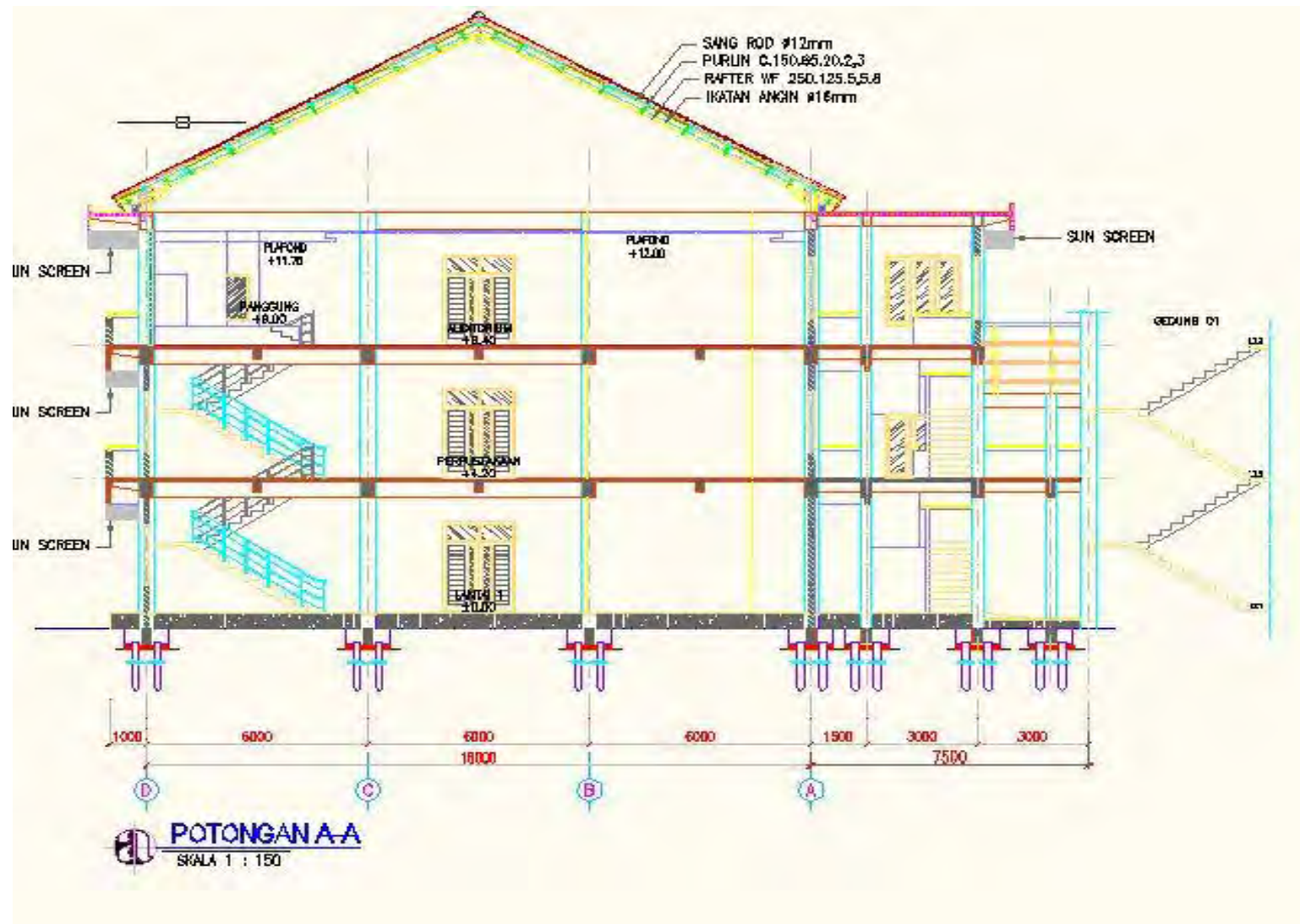
Sumber : CV Bhakti Persada



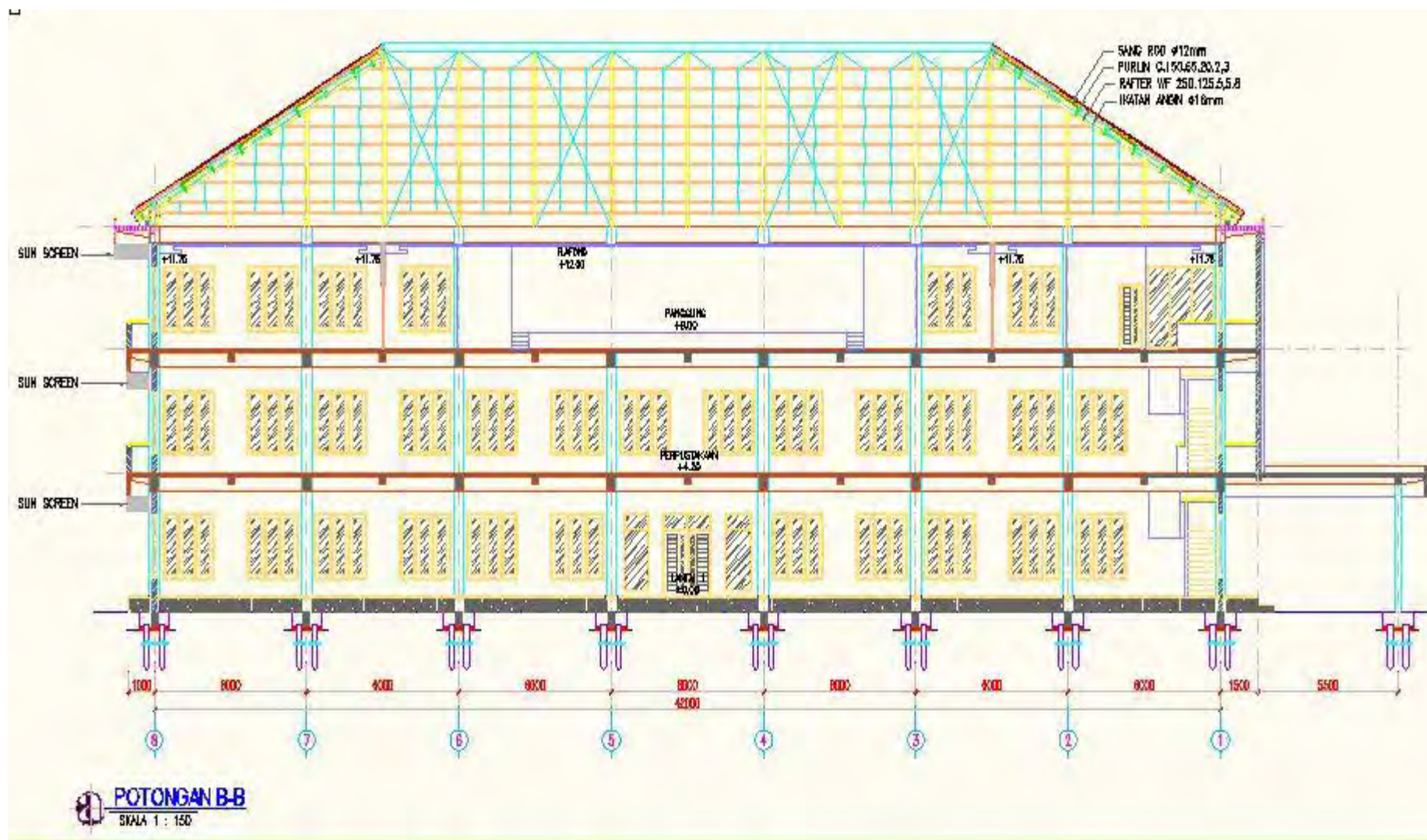
Sumber : CV Bhakti Persada



Sumber : CV Bhakti Persada



Sumber : CV Bhakti Persada



Sumber : CV Bhakti Persada

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penerapan Rekayasa Nilai pada Proyek Pembangunan Gedung FIP-UNESA yang telah dilakukan pada bab IV, dapat disimpulkan bahwa :

1. Item berbiaya tinggi pada Proyek Pembangunan Gedung FIP-UNESA adalah pekerjaan pemasangan bata dan plesteran, pekerjaan atap, pekerjaan keramik lantai dan dinding dan pekerjaan pintu dan jendela.
2. Alternatif terbaik untuk menggantikan pekerjaan pasangan bata dan plesteran adalah batako. Sedangkan untuk pekerjaan atap bagian genteng dari genteng karangpilang diganti menggunakan genteng primarroof. Selain itu untuk pekerjaan jendela bagian kusen jendela menggunakan kusen aluminium digantikan dengan kusen meranti.
3. Penghematan yang didapat dari rekayasa nilai pekerjaan pasangan bata dan plesteran dari segi biaya konstruksi adalah Rp31.599.542,06 dan penghematan dari segi perhitungan LCC adalah Rp 13.286.050,047 (1,995%). Sedangkan dari pekerjaan atap-penutup penghematan dari segi biaya konstruksi adalah Rp24.013.150,00 (35%) dan penghematan dari segi perhitungan LCC adalah Rp34.696.729,31(37%).

5.2 Saran

Berdasarkan analisa dari penulis maka dapat disimpulkan adanya beberapa hal yang harus ditinjau lebih lanjut agar rekayasa nilai yang dilakukan dapat maksimal yaitu :

1. Sebaiknya penerapan rekayasa nilai untuk semua aspek pekerjaan seperti pekerjaan struktur atas dan bawah, pekerjaan arsitektur, dan pekerjaan mekanikal elektrik.
2. Apabila ada perubahan struktur yang terjadi akibat pergantian material atau dimensi sebaiknya dianalisa

strukturnya mulai dari struktur bawah hingga struktur atas secara mendetail.

3. Penerapan Rekayasa Nilai sebaiknya dilakukan pada saat mulai tahap perencanaan sehingga penghematan yang didapat menjadi lebih optimal.
4. Sebaiknya ada koordinasi yang baik antara penulis, owner dan kontraktor agar diperoleh hasil rekayasa nilai yang optimal dan mendetail.